

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI MIỀN NAM

NGUYỄN NGỌC THY

NGHIÊN CỨU CÁC ĐẶC ĐIỂM NGUỒN NƯỚC VÀ ĐỀ XUẤT
CÁC GIẢI PHÁP SỬ DỤNG ĐẤT BỊ NHIỄM MẶN DO NGUỒN
NƯỚC VÙNG VEN BIỂN ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG
(TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH CHO HUYỆN
CẦN GIUỘC, LONG AN)

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Thành phố Hồ Chí Minh – 2023

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI VIỆT NAM
VIỆN KHOA HỌC THỦY LỢI MIỀN NAM

NGUYỄN NGỌC THY

NGHIÊN CỨU CÁC ĐẶC ĐIỂM NGUỒN NƯỚC VÀ ĐỀ
XUẤT CÁC GIẢI PHÁP SỬ DỤNG ĐẤT BỊ NHIỄM MẶN DO
NGUỒN NƯỚC VÙNG VEN BIỂN ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU
LONG (TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH CHO
HUYỆN CẦN GIUỘC, LONG AN)

NGÀNH: KỸ THUẬT TÀI NGUYÊN NƯỚC
MÃ NGÀNH: 9 58 02 12

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

- PGS.TS VÕ KHẮC TRÍ
- TS. HOÀNG QUANG HUY

Thành phố Hồ Chí Minh - 2023

LỜI CẢM ƠN

Luận án được hoàn thành nhờ sự giúp đỡ tận tình của các Thầy hướng dẫn, các Thầy giảng viên Bộ môn Kỹ thuật Tài nguyên nước, Viện Khoa học Thủy lợi miền nam, các cán bộ quản lý thuộc ngành TNMT và nông nghiệp tỉnh Long An, chính quyền địa phương huyện Cần Giuộc, các Thầy, Cô trường Đại học Nông Lâm Tp.HCM và gia đình. Tác giả xin trân trọng cảm ơn đến tất cả các cá nhân và tập thể đã giúp đỡ trong thời gian vừa qua:

- PGS.TS. Võ Khắc Trí và TS. Hoàng Quang Huy đã hết lòng, tận tình hướng dẫn, bổ sung cập nhật những kiến thức, kinh nghiệm và động viên nghiên cứu trong suốt quá trình thực hiện Luận án.
- Các Giảng viên tại Bộ môn Kỹ thuật Tài Nguyên nước thuộc Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam đã hướng dẫn tận tình, cung cấp tài liệu và đóng góp ý kiến cho việc hoàn thành Luận án.
- Lãnh đạo và Các cán bộ Viện Khoa học Thủy Lợi Miền Nam đã tạo điều kiện thuận lợi cũng như hỗ trợ
- BCN khoa Quản lý đất & bất động sản, BGH Trường Đại học Nông Lâm Tp.HCM đã hỗ trợ mọi điều kiện nghiên cứu tốt nhất, giúp tôi hoàn thành Luận án này.

Trong quá trình thực hiện, do nhiều nguyên nhân khách quan khác nhau, Luận án không tránh khỏi những thiếu sót. Tác giả mong muốn nhận được nhiều ý kiến đóng góp giúp cho Luận án được hoàn thiện hơn.

LỜI CAM ĐOAN

Tác giả xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của bản thân tác giả. Các kết quả nghiên cứu và các kết luận trong luận án này là trung thực và không sao chép từ bất kỳ một nguồn nào và dưới bất kỳ hình thức nào. Việc tham khảo các nguồn tài liệu (nếu có) đã được thực hiện trích dẫn và ghi nguồn tài liệu tham khảo đúng quy định.

TÓM TẮT LUẬN ÁN

Trong thời gian gần đây, tài nguyên đất đai trong sản xuất nông nghiệp ở nhiều địa phương thuộc khu vực Đồng bằng sông Cửu Long đang chịu tác động mạnh do biến đổi khí hậu (nhiễm mặn, hạn hán...) và chịu áp lực sử dụng đất do các nhu cầu phát triển kinh tế xã hội. Bên cạnh tình trạng xâm nhập mặn do tác động tự nhiên, trong thực tế cũng cho thấy tác động quan trọng của con người trong quá trình chuyển đổi loại hình sử dụng đất phổ biến ở khu vực ven cửa sông và đô thị hóa mạnh như huyện Cần Giuộc thuộc tỉnh Long An. Tác nhân đất bị nhiễm mặn là do nguồn nước bị xâm nhập mặn hay do nuôi trồng thủy sản thất bại ngày càng rõ rệt do ảnh hưởng của nước trong môi trường đất trong quá trình canh tác. Diện tích đất gặp vấn đề này ngày càng gia tăng làm ảnh hưởng đến quỹ đất sản xuất nông nghiệp. Vì vậy, việc nghiên cứu tìm ra giải pháp sử dụng hợp lý diện tích đất bị nhiễm mặn trở thành một thách thức lớn và là yêu cầu hàng đầu cho các địa phương ở đồng bằng sông Cửu Long...

Đề tài đã nghiên cứu cơ sở khoa học về đất nhiễm mặn, hệ thống sử dụng đất bị nhiễm mặn từ đó đề xuất các giải pháp, mô hình sử dụng đất nông nghiệp phù hợp nhằm thích ứng và tối ưu hiệu quả sử dụng đất trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng. Đối tượng tiếp cận của đề tài là các loại hình sử dụng đất nông nghiệp chịu ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn và loại suy các yếu tố khác. Bằng việc sử dụng các phương pháp điều tra (RRA, phỏng vấn...) kết hợp với các tính năng ưu việt của công cụ mô hình toán mô phỏng và GIS trong phân tích và tích hợp các dữ liệu, các yếu tố phục vụ đánh giá thích nghi đất đai theo tiêu chí của FAO.

Nghiên cứu đã khẳng định ảnh hưởng của xâm nhập mặn đối với việc thay đổi cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp. Đánh giá khả năng thích nghi của các loại hình canh tác nông nghiệp trên vùng ảnh hưởng bởi nước mặn nhằm đề xuất các giải pháp sử dụng đất hợp lý trên vùng nghiên cứu. Việc ứng dụng mô hình mô phỏng HYDRUS 1D và mô hình thực nghiệm nhằm để xác định ảnh hưởng của nước mặn trong

quá trình thay đổi các loại hình canh tác là một phương pháp phù hợp để cho các kết quả tin cậy. Kết quả này khi kết hợp với các yếu tố kinh tế, xã hội là cơ sở đề xuất mô hình tái cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp bền vững dựa trên các phân tích tiêu chí tối ưu, phát huy hiệu quả sử dụng nguồn tài nguyên đất nông nghiệp.

Giải pháp đề xuất dựa trên điều kiện thuận tự nhiên cũng góp phần hỗ trợ ra quyết định của chính quyền địa phương trong việc xây dựng các chính sách, chiến lược phân bổ sử dụng đất nông nghiệp hiệu quả, tiết kiệm khoa học hơn trong bối cảnh diện tích đất nông nghiệp chịu nhiều áp lực như hiện nay.

ABSTRACT

In recent time, land resource for agricultural production in localities of the Mekong delta is being affected strictly by climate change (salinity, drought...) and stressed by land use demands for socio-economic development. In addition to saline intrusion due to natural impacts, the reality also shows an important human impact in the process of changing popular land use types in estuarial and strongly urbanized areas as Can Giuoc district, Long An province. The cause of soil salinization is due to saline intrusion or failure of aquaculture. These impacted areas are more and more increasing to make strongly a pressure on agricultural land areas. So, researching and finding a solution to rationally use the saline-affected land area becomes a big challenge and a key requirement for localities in the Mekong Delta...

The topic has studied the scientific basis of saline soil, saline effected land use system to propose appropriate solutions and models of agricultural land use aiming to adapt and optimize land use efficiency in the context of climate change and sea level rise. The approached objects are agricultural land use types which are affected by salinity intrusion and excluding other factors to orient salinity as a decisive factor in choosing land use types. Using investigative methods (RRA, interview...) combined with the preeminent ability of simulation mathematical modeling tools and features of GIS in analyzing and integrating data, factors to serve for land suitability assessment according to FAO criteria.

The study confirmed the influence of saline intrusion causing by the change of agricultural land use structure. The suitability of different agricultural land use types in the saline-affected area was assessed to propose solutions for rational land use in the study area. The application of HYDRUS 1D simulation model and experimental model to identify the influence of salt water in the process of changing farming types is a rational method to get reliable results. This result combined with economic and social factors which are a basis for proposing a model of restructuring a sustainable

agricultural land use based on analysis of optimization criteria, promoting the effective use of agricultural land resource.

The proposed solution based on the advance conditions according to nature that also supported to decision-making of local authorities in establishing policies and strategies to distribute more effectively, economically agricultural land use in the current context of agricultural land area under so much pressure.

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN.....	I
LỜI CAM ĐOAN.....	II
TÓM TẮT LUẬN ÁN.....	III
ABSTRACT	V
MỤC LỤC	VII
DANH MỤC HÌNH ẢNH	X
DANH MỤC BẢNG BIỂU	XII
DANH MỤC SƠ ĐỒ	XIV
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	XV
MỞ ĐẦU	1
TÍNH CẤP THIẾT CỦA VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU.....	1
MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU	2
ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU.....	3
PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	3
Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ Ý NGHĨA THỰC TIỄN.....	9
TÍNH MỚI TRONG ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU.....	10
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU	11
1.1. TỔNG QUAN VỀ ĐẤT NHIỄM MẶN VÀ XÂM NHẬP MẶN NƯỚC DƯỚI ĐẤT	
Ở ĐBSCL	11
1.1.1. Đất mặn và nhiễm mặn ở ĐBSCL	18
1.1.2. Các yếu tố quyết định đến xâm nhập mặn nước dưới đất	21
1.1.3. Các biện pháp cải tạo đất bị nhiễm mặn:	23
1.2. TỔNG QUAN CÁC VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	26
1.2.1. Các nghiên cứu và đánh giá về quá trình xâm nhập mặn.....	26
1.2.2. Các nghiên cứu ứng dụng các công cụ hỗ trợ trong quản lý, giám sát và đánh giá đất nhiễm mặn.....	28
1.2.3. Các nghiên cứu thực nghiệm trên đất mặn	29
1.2.4. Một số nghiên cứu về mô hình truyền mặn trong đất	31

1.2.5. Đánh giá khả năng thích nghi đất đai.....	34
1.3. TỔNG QUAN VÙNG NGHIÊN CỨU - HUYỆN CẦN GIUỘC, TỈNH LONG AN	37
1.3.1. Điều kiện tự nhiên.....	37
1.3.1.1. Vị trí địa lý.....	37
1.3.1.2. Khí hậu.....	39
1.3.1.3. Thủy văn.....	40
1.3.1.4. Địa mạo, địa hình.....	41
1.3.1.5. Đặc điểm tài nguyên nước.....	43
1.3.1.6. Đặc điểm tài nguyên đất.....	44
1.3.2. Một số đặc điểm kinh tế, xã hội vùng nghiên cứu.....	47
KẾT LUẬN CHƯƠNG 1.....	55
CHƯƠNG 2 CƠ SỞ LÝ THUYẾT	56
2.1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT MÔ HÌNH HYDRUS 1D	56
2.1.1. Module dòng chảy nước dưới đất (NDD)	57
2.1.2. Module lan truyền chất	59
2.1.3. Sự hút nước của rễ cây	61
2.1.4. Các điều kiện ban đầu và điều kiện biên	62
2.1.5. Tối ưu các thông số	62
2.2. ĐÁNH GIÁ THÍCH NGHI -SỬ DỤNG ĐẤT NÔNG NGHIỆP THEO QUAN ĐIỂM BỀN VỮNG.....	65
2.2.1. Khái niệm.....	65
2.2.2. Đánh giá khả năng thích nghi đất nông nghiệp	66
KẾT LUẬN CHƯƠNG 2	74
CHƯƠNG 3 KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN.....	76
3.1. KẾT QUẢ ĐIỀU TRA, ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA MẶN VỚI HIỆN TRẠNG CANH TÁC	76
3.2. KẾT QUẢ ĐO ĐẠC THỰC NGHIỆM.....	82
3.2.1. Vị trí khu vực nghiên cứu	82
3.2.2. Kết quả đo diễn biến độ mặn trên các sông rạch.....	83
3.2.3. Kết quả đo đạc các tính chất lý hóa của đất.....	86

3.2.3.1. Mô tả phẫu diện và tính chất lý hóa của phẫu diện.....	86
3.2.3.2 Kết quả đo độ mặn của đất	88
3.3. ĐÁNH GIÁ ĐẤT ĐAI THEO PHƯƠNG PHÁP FAO	95
3.3.1. Xác định các nhân tố chỉ tiêu ảnh hưởng đến các loại hình sử dụng đất	95
3.3.2. Lựa chọn các loại hình sử dụng đất (LUTs).....	96
3.3.3. Xây dựng yêu cầu sử dụng đất của LUTs.....	97
3.3.4. Kết quả đánh giá thích nghi đất đai.....	99
3.4. MÔ PHỎNG DIỄN BIẾN MẶN TẠI CÁC VỊ TRÍ THỰC NGHIỆM BẰNG MÔ HÌNH HYDRUS 1D	104
3.4.1. Thiết lập và lựa chọn vị trí xây dựng mô hình.....	104
3.4.2. Đặc trưng các phẫu diện đất tại các mô hình thực nghiệm	106
3.4.3. Số liệu đầu vào mô hình Hydrus -1D	107
3.4.4. Kết quả mô phỏng các kịch bản	113
3.4.4.1. Mô hình canh tác.....	113
3.4.4.2. Đánh giá các kịch bản dự báo.....	118
3.5. ĐỀ XUẤT TÁI CƠ CẤU SỬ DỤNG ĐẤT NÔNG NGHIỆP TRONG ĐIỀU KIỆN BDKH VÀ NBD TRÊN ĐỊA BÀN NGHIÊN CỨU.....	120
3.5.1. Phân tích thích nghi đất đai trên quan điểm bền vững.....	121
3.5.2. Đề xuất bố trí cây trồng, vật nuôi huyện Cần Giuộc.....	131
KẾT LUẬN CHƯƠNG 3	136
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	137
KẾT LUẬN.....	137
KIẾN NGHỊ.....	138

DANH MỤC CÁC HÌNH ẢNH

Hình 0. 1. a) Mẫu ống đo; b) ống được lắp trên kênh; c) ống lắp trên ruộng	6
Hình 1.1. Hậu quả biến đổi khí hậu tại châu Á	12
Hình 1.2. Mạng lưới kênh rạch ở ĐBSCL năm 1964 (trái) và năm 2011 (phải).	13
Hình 1.3. Bản đồ xâm mặn đồng bằng sông Cửu Long	15
Hình 1.4. Bản đồ hành chính huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An	38
Hình 1.5. Phân bố địa hình huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An	42
Hình 1.6. Hệ thống sông rạch và công trình thủy lợi huyện Cần Giuộc	44
Hình 1.7. Hiện trạng phân bố mật độ dân cư	49
Hình 1.8. Bản đồ hiện trạng nông nghiệp huyện Cần Giuộc năm 2017	52
Hình 2.1. Sơ họa các dòng chảy trong đất	58
Hình 3.1. Sơ đồ vị trí điều tra nông hộ	76
Hình 3.2. Cơ cấu các loại hình canh tác hàng năm chủ yếu ở huyện Cần Giuộc	79
Hình 3.3. Bản đồ XNM lớn nhất năm 2016 (trích từ bản đồ động XNM huyện Cần Giuộc)	81
Hình 3.4. Vị trí các điểm lấy mẫu đất và quan trắc độ mặn	82
Hình 3.5. Diễn biến độ mặn các sông năm 2016	84
Hình 3.6. Diễn biến độ mặn các sông năm 2017	85
Hình 3.7. Diễn biến độ mặn lớn nhất sông, rạch Cần Giuộc 2016-2017	86
Hình 3.8. Điểm mẫu và điểm quan trắc trên hiện trạng các loại hình canh tác năm 2017	89
Hình 3.9. Dữ liệu không gian nội suy mặn bề mặt	90
Hình 3.10. Vị trí 14 điểm quan trắc độ mặn trong đất	92
Hình 3.11. Độ mặn phân cấp tại các điểm mặn đo tại các điểm mẫu nông hộ	95
Hình 3.12. Bản đồ đánh giá thích nghi đất đai huyện Cần Giuộc	103
Hình 3.13. Vị trí 05 điểm mô phỏng bằng mô hình Hydrus 1D	105

Hình 3.14. Diễn biến mưa và bốc thoát hơi tại trạm KTTV Tân An năm 2017	109
Hình 3.15. Biểu đồ so sánh độ mặn mô phỏng và độ mặn năm 2017	110
Hình 3.16. Biểu đồ độ mặn các kịch bản của LUT1	114
Hình 3.17. Biểu đồ độ mặn các kịch bản của LUT2	116
Hình 3.18. Biểu đồ nồng độ mặn phân bố theo Node tại 05 điểm mẫu năm 2017	117
Hình 3.19. Biểu đồ Skite về hiệu quả các LUTs sử dụng của 3 nhóm tiêu chí	125
Hình 3.20. Bản đồ đề xuất bố trí cây trồng	134
Hình 3.21. Bản đồ tái cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp huyện Cần Giuộc	135

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. So sánh xâm nhập mặn 2016 và 2020 tại ĐBSCL	16
Bảng 1.2. Thiệt hại về diện tích sxnn do mặn của các tỉnh ĐBSCL năm 2020	17
Bảng 1.3. Thiệt hại về SXNN ở một số tỉnh ĐBSCL do mặn năm 2020	18
Bảng 1.4. Phân loại đất mặn theo tổng muối hòa tan	19
Bảng 1.5. Quy mô, phân bố và đặc điểm đất mặn ở Việt Nam (FAO/UNESCO)	20
Bảng 1.6. Khí hậu huyện Cần Giuộc	39
Bảng 1.7. Bảng phân loại đất huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An	47
Bảng 1.8. Hiện trạng nông nghiệp năm 2017 huyện Cần Giuộc	49
Bảng 1.9. Biến động diện tích đất nông nghiệp giai đoạn 2010-2017	51
Bảng 1.10. BĐKH và NBD Long An theo kịch bản trung bình B2	53
Bảng 2.1. Các bước xác định giá trị θ và h	58
Bảng 2.2. Các thông số của các mô hình được xem xét trong hàm mục tiêu	64
Bảng 2.3. Cấu trúc phân loại khả năng thích nghi đất đai	68
Bảng 3.1. Số lượng và phân bố phiếu điều tra nông hộ theo các LUT tại các xã	77
Bảng 3 2. Số lượng mẫu đất được thu thập tại các vị trí đo mặn có quan trắc thường xuyên tại các hộ dân	83
Bảng 3 3. Mô tả phẫu diện CG15	87
Bảng 3.4. Tính chất lý hóa phẫu diện CG15	87
Bảng 3.5. Độ mặn trong đất tại các vị trí lấy mẫu vào tháng 7 /2016-7/2018	88
Bảng 3.6. Danh sách 14 vị trí đo độ mặn thực nghiệm bằng ống PVC	91
Bảng 3.7. Các chỉ tiêu hóa học của đất tại các điểm mẫu tháng 07/2017 (EFS)	93
Bảng 3.8. Các hệ thống sử dụng đất (LUS) trong nông nghiệp	96
Bảng 3.9. Yêu cầu sử dụng đất của các LUT được chọn huyện Cần Giuộc	98
Bảng 3.10. Diện tích ở các mức thích nghi của các LUTs	100
Bảng 3.11. Khả năng thích nghi đất đai cho các LUT được chọn huyện Cần Giuộc	102
Bảng 3.12. Phẫu diện đất CG02 ở mô hình chuyên lúa Phước Vĩnh Tây (PVT1) và mô hình nuôi tôm Phước Vĩnh Đông (PVD3)	106
Bảng 3.13. Đặc điểm phẫu diện đất CG18 ở xã Long Phụng (LP3), CG10 ở xã Tân Tập (TT1), CG15 ở xã Đông Thạnh (ĐT1)	106

Bảng 3.14. Giá trị trung bình các thông số thủy lực và đường cong giữ nước của đất cho 11 nhóm kết cấu đất chính theo bộ nông nghiệp mỹ USDA	107
Bảng 3.15. Các thông số của phương trình Van Genuchten cho các phẫu diện đất	108
Bảng 3.16. Lịch thời vụ cho mô hình mô phỏng	109
Bảng 3.17. So sánh độ mặn mô phỏng và độ mặn thực đo năm 2017	111
Bảng 3.18. Các kịch bản mô phỏng	112
Bảng 3.19. Lịch thời vụ của LUT1	113
Bảng 3.20. Kết quả ước tính độ mặn các kịch bản của LUT1	114
Bảng 3.21. Lịch thời vụ của LUT2	115
Bảng 3.22. Kết quả ước tính độ mặn các kịch bản của và LUT2 so với độ mặn 2017	117
Bảng 3.23. Các chỉ tiêu của các mục tiêu được sử dụng đánh giá cho SDD bền vững ở Cần Giuộc	122
Bảng 3.24. Thứ tự ưu tiên (trọng điểm) các chỉ tiêu đánh giá	123
Bảng 3.25. Tổng hợp điểm đánh giá chung về kinh tế-xã hội-môi trường của các LUT trên địa bàn nghiên cứu	124
Bảng 3.26. Diện tích các loại hình sử dụng ĐNN đang bị tác động bởi các yếu tố	126
Bảng 3.27. Diện tích LUTs có khả năng thay đổi theo mô hình do kém hiệu quả	127
Bảng 3.28. Trọng số các yếu tố đối với các loại hình sử dụng đất nông nghiệp	128
Bảng 3.29. Cơ cấu diện tích đất nông nghiệp theo hiện trạng và mô hình	129
Bảng 3.30. Tổng hợp đề xuất điều chỉnh SDDĐ theo thứ tự ưu trên các vùng sản xuất cho huyện Cần Giuộc	131

DANH SÁCH SƠ ĐỒ

Sơ đồ 0.1. Quy trình nghiên cứu	9
Sơ đồ 1.1. Mô hình chuyển đổi cơ cấu sản xuất trên các vùng sinh thái ở ĐBSCL	26
Sơ đồ 2.1. Các bước tiến hành đánh giá đất đai theo FAO	69
Sơ đồ 2.2. Quy trình xây dựng bản đồ chuyên đề đất nhiễm mặn	73
Sơ đồ 2.3. Quy trình xây dựng hệ thống bản đồ động về XNM huyện Cần Giuộc	74
Sơ đồ 3.1. Quy trình xây dựng mô hình tái cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp	121

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

AHP - Analytic Hierarchy Process: Phân tích thứ bậc

BĐKH: Biến đổi khí hậu

NBD: Nước biển dâng

CI - Consistency Index: Chỉ số nhất quán

CR - Consistency Ratio: Tỷ số nhất quán

ĐBSCL: Đồng bằng sông Cửu Long

DTTN - Diện tích tự nhiên

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nation: Tổ chức liên hợp quốc về lương thực và nông nghiệp

FAO/ISRIC - FAO/International Soil Reference and Information Centre

GIS - Geographic Information System: Hệ thống thông tin địa lý

HTSDĐ - Hệ thống sử dụng đất

LC - Land Characteristic: Tính chất đất đai

LUM - Land Unit Map: Bản đồ đơn vị đất đai

LQ - Land Quality: Chất lượng đất đai

LUR - Land Use Requirement: Yêu cầu sử dụng đất

LUS - Land Use System: Hệ thống sử dụng đất

LUT - Land Use/Utilization Type: Loại hình sử dụng đất

MH KCB HH: Mô hình cân bằng hóa học

MH KCB VL: Mô hình cân bằng vật lý

QH&TKNN: Quy hoạch và thiết kế nông nghiệp

TN&MT: Tài nguyên và môi trường

XNM: Xâm nhập mặn

MCE-Mutil-Criteria Evaluation: Đánh giá đa tiêu chí

NDD: Nước dưới đất

MHKCBHH: mô hình không cân bằng hóa học

MHKCBVL: mô hình không cân bằng vật lý

MỞ ĐẦU

TÍNH CẤP THIẾT CỦA VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

Đất là một nguồn tài nguyên quý giá, được sử dụng vào hoạt động sản xuất nông nghiệp để đảm bảo nguồn cung cấp lương thực, thực phẩm cho con người. Các tác động đến tài nguyên đất, làm cho môi trường đất bị thay đổi chính là việc đưa vào các thành phần bất lợi đối với sự sống của cộng đồng và hệ sinh thái động thực vật. Trong đó đất bị nhiễm mặn do nguồn nước là một trong những vấn đề cần được quan tâm trong bối cảnh biến đổi khí hậu (BĐKH) toàn cầu ở những vùng đất ven biển.

Diện tích đất mặn và đất bị nhiễm mặn ở Việt Nam không quá lớn, song cứ tăng dần trong nhiều năm qua. Tại các vùng duyên hải, xâm nhập mặn ngày càng tiến sâu vào trong đất liền với nồng độ mặn tăng cao hơn, đất bị nhiễm mặn. Nếu không được quan tâm đúng mức, tình trạng này sẽ có những tác động lớn đến cả nền kinh tế quốc dân do đất sản xuất nông nghiệp bị thu hẹp, nguồn nước phục vụ cho sinh hoạt, công nghiệp và nuôi trồng thủy sản bị ô nhiễm. (Lê Sâm, 2006 và 2007) [20], [21].

Việc chuyển đổi cơ cấu sản xuất ở vùng ven biển từ trồng lúa sang nuôi tôm một cách tự phát trên diện rộng đã làm cho bức tranh xâm nhập mặn ven biển ĐBSCL trở nên phức tạp, nhiều nơi nằm ngoài sự kiểm soát và tiềm ẩn hậu quả xấu về môi trường (Lê Sâm, 2007)[21]. Việc thực hiện nghị quyết 120/NQ-CP về phát triển bền vững ĐBSCL thích ứng với biến đổi khí hậu, các địa phương thực hiện tái cơ cấu ngành nông nghiệp các xu hướng chuyển dịch ở các vùng ven biển là nhu cầu tất yếu do ảnh hưởng mặn. Trong thực tế, việc canh tác nông nghiệp ở những vùng đất bị nhiễm mặn thường kém hiệu quả, nhưng nếu không được xử lý thì tốc độ đất bị hoang hóa sẽ ngày càng phát triển nhanh hơn khi mà các địa phương chưa hoàn toàn có giải pháp hữu hiệu trong việc sử dụng các vùng đất này cho mục tiêu phát triển kinh tế xã hội trong bối cảnh BĐKH.

Hiện nay, khoảng 45% diện tích đất ở ĐBSCL đang đối mặt với nguy cơ bị nhiễm mặn (Viện khoa học thủy lợi miền Nam, 2009) [64]. Quá trình xâm nhập mặn ở ĐBSCL

sẽ còn tiếp tục diễn biến ngày càng xấu hơn đã tác động rất lớn đến tài nguyên đất, đặc biệt gây ra nhiều tác động có hại đối với sản xuất nông, lâm nghiệp.

Huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An là nơi mang một phần đặc thù khí hậu và thủy văn của vùng ĐBSCL, chịu nhiều áp lực của đô thị hóa mặc dù không hoàn toàn điển hình cho cả vùng nhưng cũng có thể được xem là một trong những địa phương thuận lợi cho triển khai các nghiên cứu thực nghiệm và chịu ảnh hưởng của xâm nhập mặn rõ nét và thay đổi sử dụng đất vùng ven cửa sông, ven biển phía đông ĐBSCL. Hiện tại rất nhiều nguyên nhân đã khiến quỹ đất nông nghiệp của Cần Giuộc ngày càng bị thu hẹp, nhiều vùng thậm chí còn bỏ hoang do vấn đề xâm nhập mặn nhất là vùng cửa sông, ven biển chịu tác động mạnh mẽ của biến đổi khí hậu như huyện. Trong thời gian gần đây, vùng ngoài đê và giáp ranh trong đê hiện tượng mặn gia tăng, nước sử dụng trong nông nghiệp nhiễm mặn nên nhiều diện tích mất năng suất hoặc không canh tác, để đất hoang ảnh hưởng rất lớn đến tình hình kinh tế-xã hội của địa phương. Xuất phát từ các vấn đề thực tế trên việc ***“Nghiên cứu các đặc điểm nguồn nước và đề xuất các giải pháp sử dụng đất bị nhiễm mặn do nguồn nước vùng ven biển ĐBSCL (Trường hợp nghiên cứu điển hình cho huyện Cần Giuộc, Long An)”*** là hết sức cần thiết trong giai đoạn hiện nay.

MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu cơ sở khoa học về đất bị nhiễm mặn do nguồn nước ở các loại hình sử dụng đất nông nghiệp từ đó đề xuất các giải pháp sử dụng đất nông nghiệp phù hợp trong điều kiện của vùng nghiên cứu.

Mục tiêu cụ thể:

Xác định được diện tích bị nhiễm mặn trong điều kiện hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp đồng thời xem xét diễn biến độ mặn trong đất trên các ô ruộng thực nghiệm ở các loại hình sử dụng đất và ứng dụng mô hình Hydrus 1D để mô phỏng các kịch bản diễn biến mặn do tác động của BĐKH kết hợp đánh giá khả năng thích nghi các loại hình sử dụng đất nông nghiệp trong điều kiện ảnh hưởng của xâm nhập mặn làm cơ sở

đề xuất các giải pháp canh tác nông nghiệp hợp lý (thông qua mô hình tái cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp bền vững) trên các vùng đất bị nhiễm mặn.

ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu

- Đất bị nhiễm mặn do nguồn nước
- Các loại hình canh tác nông nghiệp khác nhau trên vùng đất bị nhiễm mặn.
- Các yếu tố tự nhiên, kinh tế - xã hội ảnh hưởng đến quá trình canh tác nông nghiệp và xâm nhập mặn,
- Các kỹ thuật, công cụ hỗ trợ cho quá trình đánh giá, phân tích: mô hình toán mô phỏng, mô hình thực nghiệm, phân tích thống kê, GIS...

Phạm vi nghiên cứu

Vùng nghiên cứu được chọn thuộc huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An cửa ngõ đầu tiên của các tỉnh ĐBSCL, là vùng đồng bằng cửa sông chịu nhiều tác động của đô thị hóa và biến đổi khí hậu (xâm nhập mặn, hạn...) trong sản xuất nông nghiệp. Đây là địa phương nằm trong các dự án phát triển nông nghiệp đặc biệt là nuôi trồng thủy sản, trồng trọt của tỉnh và đa dạng về các loại hình nông nghiệp điển hình. Trong những năm gần đây, những ảnh hưởng rõ nét về biến động sử dụng đất nông nghiệp (việc chuyển đổi sang nuôi trồng thủy sản) thất bại và ảnh hưởng xâm nhập mặn tác động khá lớn làm diện tích một số vùng nông nghiệp đất bị nhiễm mặn tác động đến phát triển kinh tế xã hội của địa phương. Việc nghiên cứu tập trung vào các vùng đất sản xuất nông nghiệp bị nhiễm mặn do nguồn nước để tìm kiếm giải pháp sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên này thông qua việc kết hợp điều tra và đo đạc thực nghiệm các loại hình sử dụng đất bị ảnh hưởng mặn.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

➤ Hướng tiếp cận

Nghiên cứu tiếp cận theo hướng đối tượng là các mô hình canh tác nông nghiệp điển hình chịu ảnh hưởng bởi nguồn nước mặn và xác định các yếu tố khác ảnh hưởng đến việc sử dụng đất nông nghiệp trên vùng nghiên cứu.

➤ **Phương pháp nghiên cứu**

• ***Thu thập tài liệu, số liệu thứ cấp:***

Thu thập các tài liệu tại các cơ quan chuyên môn, ban ngành có liên quan (địa hình, khí hậu, thủy văn, các nguồn tài nguyên,...); Hiện trạng sử dụng đất (bản đồ hiện trạng sử dụng đất, số liệu về tình hình sử dụng đất, diện tích, năng suất, sản lượng, hiệu quả kinh tế); Thực trạng phát triển kinh tế xã hội (tăng trưởng kinh tế, cơ cấu, thực trạng phát triển các ngành kinh tế, dân số lao động việc làm và thu nhập, thực trạng ngành nông nghiệp...); Tài liệu về thổ nhưỡng hiện có (bản đồ đất, số liệu diện tích các loại đất,...).

• ***Điều tra thực trạng và tình hình sản xuất nông nghiệp của địa phương:***

Nghiên cứu sử dụng phương pháp điều tra (PRA/RRA, điều tra phỏng vấn nông hộ) làm cơ sở xác định các loại hình sử dụng đất nông nghiệp bị ảnh hưởng của xâm nhập mặn:

Trước khi tiến hành điều tra chi tiết, đã tiến hành điều tra theo tuyến:

Tuyến 1: dài 22,5km đi từ xã Long Hậu – Phước Lại – Phước Vĩnh Tây– Đông Thạnh - Phước Vĩnh Tây – Tân Tập. Tuyến 2: dài 14,5km đi từ xã Tân Kim – TT Cần Giuộc – Trường Bình– Long An– Long Phụng. Tuyến 3: dài 15,8 km đi từ TT Cần Giuộc – Mỹ Lộc – Phước Lâm – Phước Hậu– Long Thợng – Phước Lý.

Áp dụng phương pháp điều tra nhanh nông thôn có sự tham gia của người dân (Participatory/Rapid Rural Appraisal – PRA/RRA): điều tra về tình hình sử dụng đất và tiềm năng đất nông nghiệp bằng cách phỏng vấn (205 mẫu phiếu) theo bảng câu hỏi soạn sẵn (Phụ lục 1).

+ Điều tra tham khảo cán bộ địa phương theo nội dung liên quan về khoanh vùng, diễn tiến sử dụng đất nông nghiệp, xâm nhập mặn để kiểm chứng sơ bộ thông tin điều tra nông hộ xác định các vị trí có sự chuyển đổi loại hình sử dụng đất chịu tác động lớn của mặn.

• ***Ứng dụng phương pháp luận của FAO (Food Agriculture Organization)*** để xây dựng hệ thống phân hạng khả năng thích nghi đất đai cho loại hình sử dụng đất chính trên địa bàn nghiên cứu. Trong đánh giá đất đai có sự ràng buộc của các yếu tố

hạn chế ảnh hưởng đến cây trồng, vật nuôi nhiều nhất. Phương pháp đánh giá thích nghi đất đai lựa chọn là sự kết hợp 2 cách đánh giá:

Theo điều kiện hạn chế: sử dụng cấp hạn chế cao nhất để kết luận khả năng thích nghi đất đai.

Theo chủ quan: phương pháp này được tiến hành qua sự tìm hiểu, phỏng vấn nông dân, cán bộ nông nghiệp kết hợp kinh nghiệm của các chuyên gia về cây trồng, thổ nhưỡng...

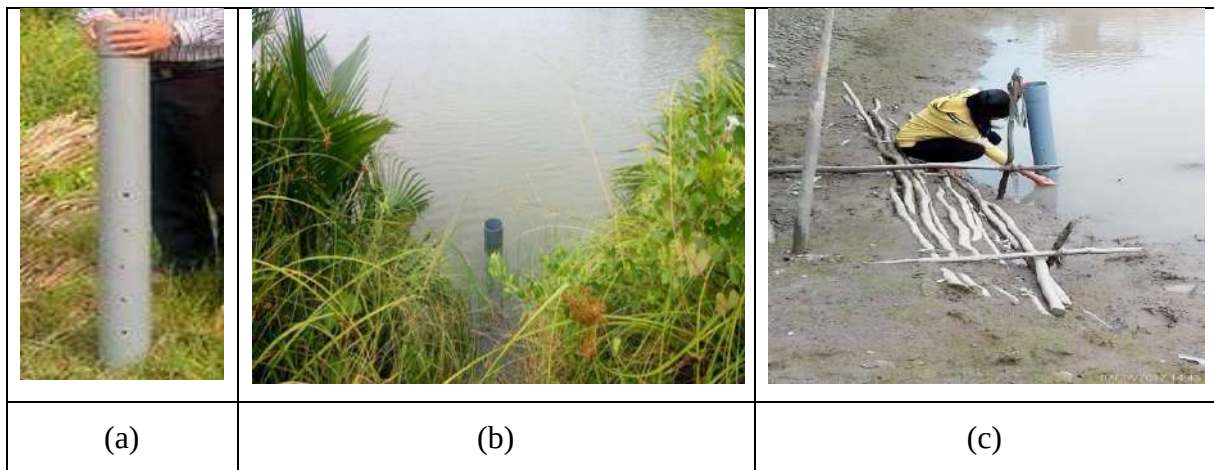
• **Tiến hành thực nghiệm** đo đặc điểm biến mặn trong đất trên các loại hình sử dụng đất khác nhau được lựa chọn để làm cơ sở xây dựng các thông số đầu vào cho mô hình toán mô phỏng và đề xuất giải pháp sử dụng đất trong vùng nghiên cứu.

Dụng cụ lấy mẫu nước là một ống nhựa PCV có đường kính 10 cm, chiều cao ống 1,2m, trên thân ống được khoan nhiều hàng lỗ để thu nước và hạn chế bùn lắng. Ống được lắp đặt trong ruộng và trên kênh (Hình 0-1)

Thiết lập điểm mẫu khảo sát đặc tính môi trường đất nhằm xác định diễn biến độ mặn của đất vùng nghiên cứu theo thời gian trong điều kiện canh tác của nông hộ, một mạng lưới các điểm lấy mẫu đã được thiết lập với 56 điểm đặt ống thuộc các xã vùng hạ Cần Giuộc (Phụ lục 1).

Trong 56 mẫu đo mặn, tiến hành đo độ mặn tần suất đo 1tháng/lần. Việc đo độ mặn được thực hiện bằng ống đo độ mặn cho 14 điểm. Trong đó, chọn ra 5 điểm mẫu kiểm chứng mặn phân bố ở 5 xã: Tân Tập, Phước Vĩnh Đông, Phước Vĩnh Tây, Long Phụng và Đông Thạnh để tiến hành phân tích mẫu đất tại trung tâm đất phân bón và môi trường phía nam Viện Nông hóa thổ nhưỡng (EFS).

+ Phương pháp lấy mẫu: 05 điểm thu mẫu được lựa chọn dựa trên các loại hình sử dụng đất được xác định là nhiễm mặn. Tại mỗi điểm, đất sẽ được lấy ở độ sâu ở tầng mặt (0 - 30cm) tại vị trí ống nhựa thiết kế trong thời gian tháng 07/2016 và tháng 3/2017. Mẫu phân tích được chọn lọc theo tiêu chí đồng nhất về điều kiện địa hình và có vị trí gần giữa ruộng.



Hình 0-1. a) Mẫu ống đo; b) Ống được lắp trên kênh; c) Ống lắp trên ruộng

+ Phương pháp phân tích: Tất cả các mẫu đất đều được bảo quản phân tích tại EFS nhằm xác định $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ (TCVN 5979:2007), Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , EC và của đất (TCVN 6650: 2000) và CEC (TCVN 8568:2010)

- **Sử dụng phương pháp thống kê phân tích** xuyên suốt các nội dung nghiên cứu, phương pháp này được vận dụng để tổng hợp tất cả các dữ liệu, số liệu; sau đó phân tích để đưa ra được thông tin theo tiêu chí yêu cầu trên nguyên tắc tất cả các tài liệu, số liệu thích hợp và chính xác. Xử lý phiếu điều tra được thực hiện bằng phần mềm Microsoft Excel.

- **Áp dụng phương pháp bản đồ**

Áp dụng các cơ sở khoa học trong thành lập các bản đồ nền, chuyên đề, trung gian, đơn tính về nội dung và qui chuẩn, qui phạm kỹ thuật với sự hỗ trợ của công cụ GIS: tiến hành thu thập, chuẩn hóa, xử lý dữ liệu bản đồ (địa chính, địa hình) và biên tập các bản đồ và chuyên đề) bằng phần mềm Microstation, Mapinfo và ArcGIS.

Bản đồ hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp năm 2017: chuẩn hóa, cập nhật, biên tập từ bản đồ HTSDĐ của huyện năm 2015.

Bản đồ đất: Thừa kế bản đồ đất điều tra bổ sung và kết quả phân tích mẫu theo phương pháp của FAO/ISRIC (1987, 1995) và của Viện Thổ nhưỡng Nông hóa (1998) của luận văn thạc sỹ Nguyễn Thị Hoàng Yến năm 2015 [36]

Bản đồ đơn vị đất đai : Dựa trên bản đồ đất, bản đồ hiện trạng xây dựng và chồng xếp các bản đồ đơn tính được bản đồ đơn vị đất đai (LUM - Land Unit Map) lần thứ nhất. Kiểm tra thực địa, chỉnh lý LUM cho sát thực tế để xây dựng LUM chính thức

Bản đồ thích nghi đất đai : Đo lường nhu cầu nước của cây trồng (Crop Water Requirements) với các đặc tính của từng khoanh đất trong LUM, xác định các mức độ: rất thích nghi, thích nghi vừa, ít thích nghi và không thích nghi cho từng loại hình sử dụng đất (LUT) phổ biến trên địa bàn.

Bản đồ tái cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp : xây dựng trên cơ sở hiện trạng và tiềm năng đất đai tối ưu các mục tiêu sử dụng phù hợp với điều kiện của địa phương và khu vực.

- **Ứng dụng mô hình Hydrus 1D** trong mô phỏng lan truyền mặn nước trong đất.
- **Vận dụng kiến thức chuyên gia**: sử dụng các kinh nghiệm, ý kiến và kết quả khoa học công bố về ảnh hưởng của mặn và vấn đề sử dụng đất trong nông nghiệp của các lão nông tri điền, các bộ chuyên môn và nhà khoa học để xây dựng mô hình tái cơ cấu sử dụng đất bền vững đảm bảo đầy đủ tính khoa học phục vụ có hiệu quả cho việc định hướng sử dụng đất nông nghiệp bền vững phù hợp và thích ứng trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng trên địa bàn nghiên cứu.

Các kỹ thuật hỗ trợ:

- **GIS (Geographical Information System)**: được sử dụng với khả năng lưu trữ, xử lý, phân tích và mô hình hoá có thể thực hiện: chồng xếp và tổng hợp nhiều lớp thông tin chuyên đề (Thematic information layers) với số lượng lớn trên cùng một khu vực; cung cấp những thông tin mới nhờ các mô hình tính toán học; quản lý và lưu trữ những cấu trúc dữ liệu đa dạng và phức tạp với quy mô lớn; dễ dàng cập nhật hoá dữ liệu và kết nối với các hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu khác. Bằng những khả năng trên GIS có thể sử dụng những thuộc tính không gian và phi không gian của cơ sở dữ liệu để trả lời những câu hỏi hoặc những yêu cầu định hướng trên một vùng cụ thể.

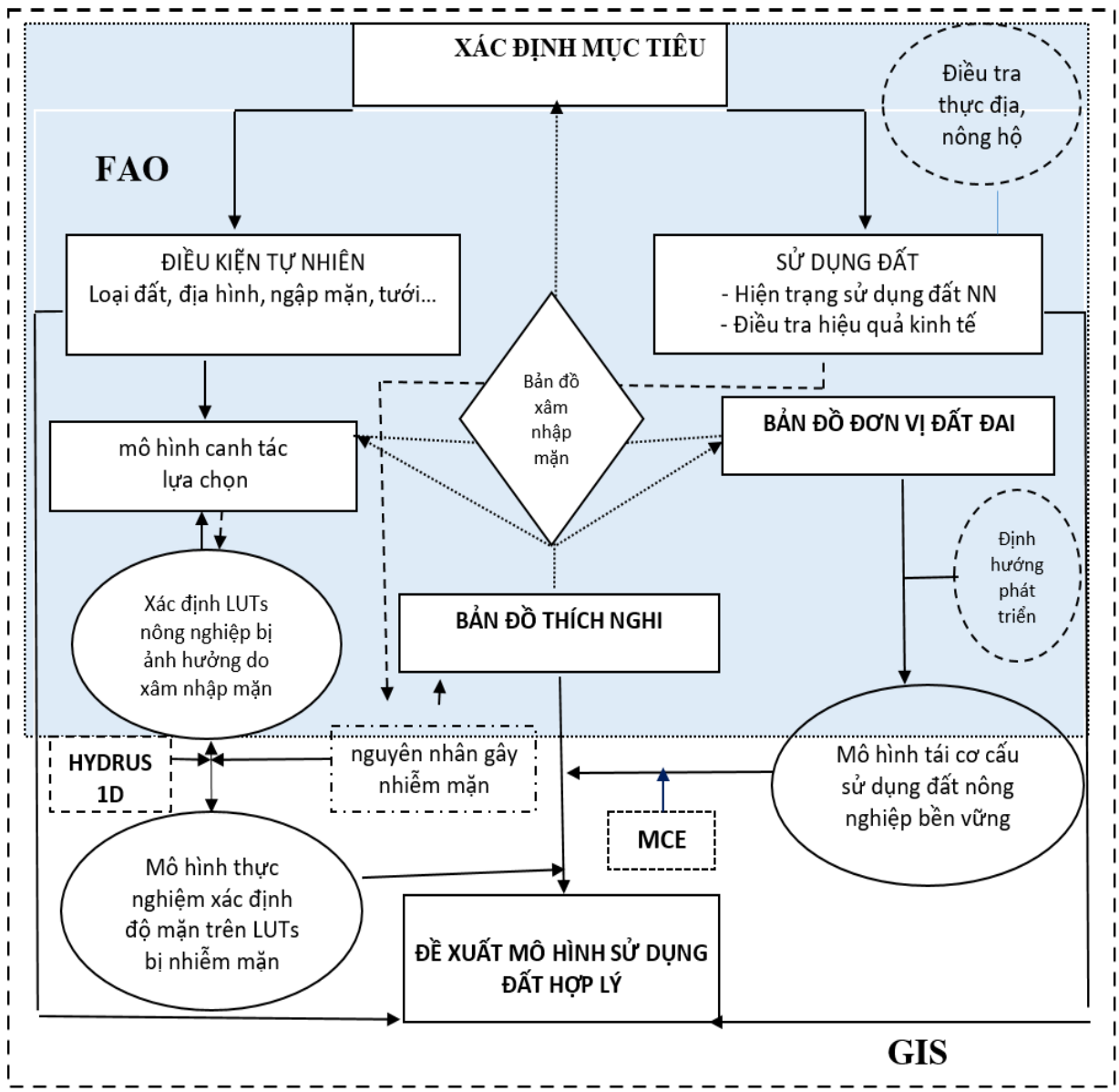
- **Trọng số (Weighting Index)** được sử dụng trong tính toán khả năng ưu tiên chọn lựa khi kết hợp với GIS tăng cường khả năng tích hợp trong lựa chọn đa tiêu chí phục vụ cho tái cơ cấu sử dụng đất.

- **Sử dụng đánh giá đa chỉ tiêu (MCE)** để đánh giá sự thích nghi của các đơn vị đất đai dưới sự trợ giúp của hệ thống thông tin địa lý (GIS). Hàm fuzzy membership được sử dụng để chuẩn hoá các bản đồ đơn tính và các chỉ số thích nghi cho các kiểu sử dụng đất

- **Mô hình hóa đồ họa - logic** sử dụng để xây dựng hệ thống bản đồ: Bản đồ hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp; bản đồ nhiễm mặn; bản đồ thích hợp đất đai; bản đồ đề xuất bố trí cây trồng hợp lý. Bố trí các đối tượng, mô phỏng nội dung thể hiện tính chất của từng loại bản đồ nhằm minh họa đặc tính không gian gắn kèm thuộc tính phục vụ các mục tiêu phân tích và tổng hợp

- **Ứng dụng mô hình toán (mô hình Hydrus 1D)** để mô phỏng diễn biến mặn trong đất theo các mô hình canh tác nông nghiệp khác nhau và dự báo các kịch bản dưới tác động của BĐKH trên khu thực nghiệm.

Quy trình nghiên cứu: mục tiêu nghiên cứu xác định được thực hiện bởi các giai đoạn điều tra, khảo sát về điều kiện tự nhiên và tình hình sản xuất nông nghiệp, trên cơ sở luận đánh giá thích nghi của FAO xác định yếu tố tác động đến các mô hình canh tác là mặn, kiểm chứng mặn bằng mô hình mô phỏng (Hydrus 1D) từ đó đánh giá thích nghi bằng các tiêu chí đặc trưng phù hợp với mô hình lựa chọn của địa bàn nghiên cứu kết hợp kỹ thuật MCE tối ưu hóa các mục tiêu kinh tế, xã hội và môi trường dựa trên định hướng phát triển hướng tới việc xác định các mô hình canh tác nông nghiệp hợp lý. Các phân tích, tích hợp dữ liệu không gian và thuộc tính của nghiên cứu được thực hiện hiệu quả trong môi trường GIS (Sơ đồ 0-1).



Sơ đồ 0-1. Quy trình nghiên cứu

Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ Ý NGHĨA THỰC TIỄN

➤ Ý nghĩa khoa học

Nghiên cứu cho thấy đất bị nhiễm mặn do tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng ngày càng rõ nét và liên quan đến sự thay đổi sử dụng đất nông nghiệp. Dựa trên cơ sở đánh giá khả năng thích nghi đất đai bằng phương pháp luận của FAO trong điều kiện đất nhiễm mặn do nguồn nước cho các loại hình canh tác nông nghiệp, làm tiền đề lựa chọn giải pháp sử dụng đất nông nghiệp hợp lý của vùng nghiên cứu.

➤ **Ý nghĩa thực tiễn**

Nghiên cứu có thể giúp cho các nhà khoa học, nhà quản lý có được những cơ sở vững chắc hơn về: khuynh hướng biến động và sự thích nghi do thay đổi cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp khi đưa ra những giải pháp, chiến lược trong việc sử dụng và bảo vệ tài nguyên đất, cụ thể trong quyết định phát triển và duy trì các loại hình sử dụng đất chịu ảnh hưởng của xâm nhập mặn. Đây là vấn đề hết sức cấp thiết đối với ĐBSCL khi nhiều vùng đất bị nhiễm mặn sau thời gian khai thác đã bị suy thoái và cho năng suất nuôi trồng thấp... cần có giải pháp đúng đắn để sử dụng hợp lý cho các mục tiêu phát triển.

TÍNH MỚI TRONG ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU

- Đánh giá được mức độ thích nghi của các hệ thống canh tác nông nghiệp hiện hữu trên vùng đất bị nhiễm mặn do nguồn nước để đề xuất giải pháp chuyển đổi phù hợp trong điều kiện tự nhiên của vùng nghiên cứu.
- Đưa ra cơ sở khoa học trong lựa chọn giải pháp sử dụng hợp lý và hiệu quả đất nông nghiệp đã và đang bị nhiễm mặn góp phần quan trọng trong quy hoạch sử dụng đất đai.
- Tác động của Biến đổi khí hậu cũng như việc thay đổi hình thức canh tác ảnh hưởng đến sự biến động của nước mặn trong đất.

CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

1.1. TỔNG QUAN VỀ ĐẤT NHIỄM MẶN VÀ XÂM NHẬP MẶN NƯỚC DƯỚI ĐẤT Ở ĐBSCL

Đất nhiễm mặn ở Việt Nam có xấp xỉ 2 triệu ha, chiếm gần 6% tổng diện tích đất tự nhiên. Quá trình mặn hóa là do ảnh hưởng của nước biển, do đó, thành phần các loại muối tan ở đất mặn Việt Nam giống như thành phần muối tan của nước biển (Đào Xuân Học, Trần Thái Đại. 2005) [7]. Hiện nay, dưới tác động của biến đổi khí hậu, với biểu hiện là mực nước biển dâng lên, vấn đề mặn hóa có nguy cơ trầm trọng hơn, đặc biệt là các khu vực ven biển như Đồng bằng sông Cửu Long.

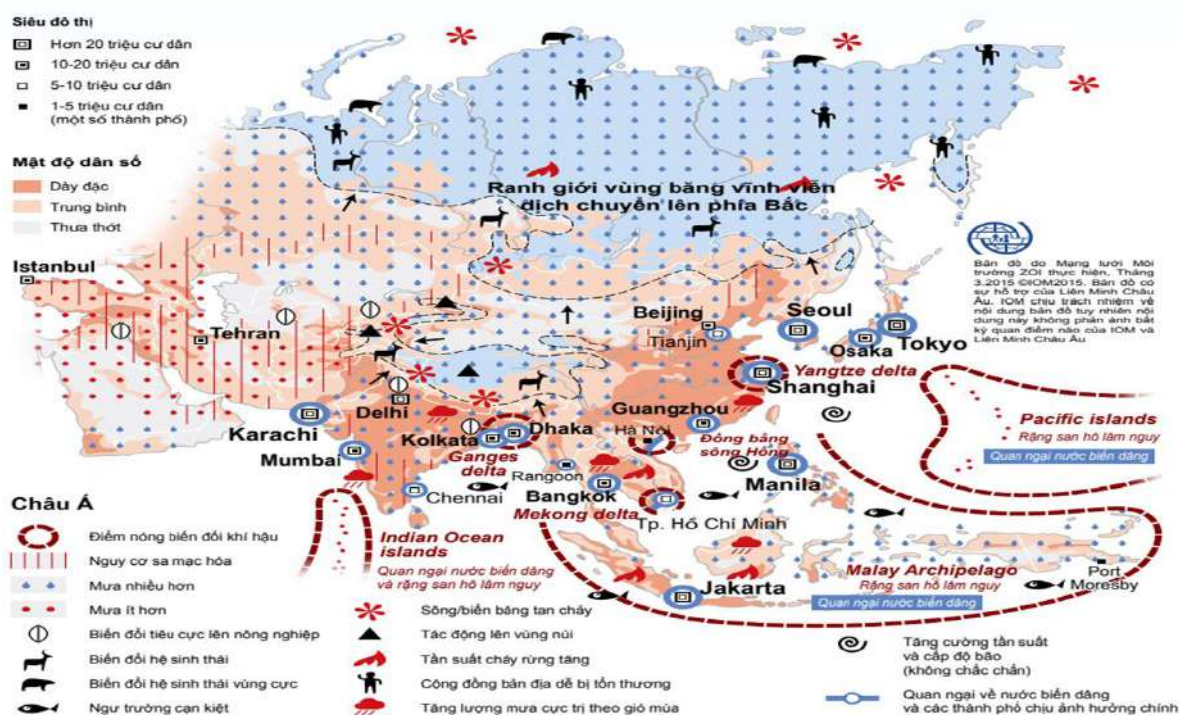
Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là một bộ phận của châu thổ sông Mê Kông có diện tích 39.734 km², được hình thành từ những trầm tích phù sa và bồi dần qua những kỷ nguyên thay đổi mực nước biển; qua từng giai đoạn kéo theo sự hình thành những giồng cát dọc theo bờ biển. Những hoạt động hỗn hợp của sông và biển đã hình thành những vạt đất phù sa phì nhiêu dọc theo đê ven sông lẫn dọc theo một số giồng cát ven biển và đất phèn trên trầm tích đầm mặn trũng thấp như vùng Đồng Tháp Mười, Tứ giác Long Xuyên – Hà Tiên, Tây nam sông Hậu và Bán đảo Cà Mau. Đây là vùng có khí hậu cận xích đạo vùng nên thuận lợi phát triển ngành nông nghiệp (mưa nhiều, nắng nóng) đặc biệt là phát triển trồng lúa nước và cây lương thực, nuôi trồng thủy sản.

ĐBSCL có tổng diện tích khoảng 3,3 triệu ha đất nông nghiệp, với 17,3 triệu người (số liệu thống kê năm 2019), tăng 1 triệu so với năm 2009. Cơ sở hạ tầng kinh tế xã hội vẫn còn nhiều hạn chế do địa hình thấp, nền móng yếu và chằng chịt sông ngòi.

Là một châu thổ trẻ, mẫn cảm với các tác động từ bên ngoài và từ bên trong, ĐBSCL đang chịu tác động kép từ biến đổi khí hậu, nước biển dâng và từ việc sử dụng nguồn nước từ thượng nguồn (Nguyễn Ngọc Trân, 2010) [34].

Han Entzinger và Peter Scholten (2016) [9] cho rằng ĐBSCL là một trong những khu vực có nguy cơ chịu ảnh hưởng nặng nề nhất từ biến động môi trường tại Châu Á và trên thế giới. Nhiều thách thức môi trường xảy ra đồng thời và có tác động cộng hưởng với nhau tại khu vực này (Hình 1-1). Hậu quả này đã ảnh hưởng rất lớn đến diện tích đất nông nghiệp và tình hình phát triển của ĐBSCL trong thời gian tới.

Đất ĐBSCL phần lớn là đất phèn và đất nhiễm mặn chiếm diện tích trên 2,5 triệu ha, mùa khô kéo dài gây tình trạng thiếu nước ngọt, nước mặn xâm nhập sâu vào đất liền gây trở ngại cho đời sống và thiệt hại trong sản xuất nông nghiệp.



Hình 1-1. Hậu quả biến đổi khí hậu tại châu Á [9]

Trong thời gian qua khi khai thác ĐBSCL, các địa phương đã chú trọng sử dụng đất hiệu quả ở ba tiểu vùng Đồng Tháp Mười, Tứ giác Long Xuyên và Bán đảo Cà Mau. Đây là 3 vùng đất có vấn đề tác động đến sự phát triển kinh tế nông nghiệp của vùng: vào mùa mưa thì thừa nước, lũ ngập mênh mông, nhưng vào mùa khô thì thiếu nước trầm trọng, đất nứt nẻ, phèn xì lên từ những lớp đất phèn bên dưới bị oxy hóa. Trong mùa khô, nước mặn theo triều xâm nhập sâu vào đồng bằng làm nhiễm mặn nguồn nước và đất canh tác. Đến đầu mùa mưa, phèn trong đất bị rửa trôi, chảy vào kênh rạch kéo độ pH xuống thấp làm ô nhiễm nguồn nước.

Giải pháp thủy lợi bằng sự phát triển của hệ thống kênh, rạch đã giúp giải quyết những khó khăn về điều kiện khai thác tự nhiên của ĐBSCL cho đến nay đã làm mạng lưới kênh rạch phát triển một cách đáng kể (Hình 1.2). Thêm nữa, nhiều địa phương sử dụng giải pháp công trình đã xây dựng rất nhiều công ngăn mặn, nhằm giữ ngọt và “ngọt hóa” những vùng bị nhiễm mặn như các vùng Gò Công, Nam Măng Thít, Ba Lai, vùng

trung tâm của Bán đảo Cà Mau, ... nhằm tăng diện tích canh tác lúa hai vụ với mục tiêu không ngừng tăng năng suất, sản lượng nên diện tích rừng tràm thu hẹp và việc khai thác nguồn nước ở thượng lưu đã này gây ra việc suy giảm nguồn nước ngọt và gia tăng xâm nhập mặn ở hạ lưu.



Hình 1-2. Mạng lưới kênh rạch ở ĐBSCL năm 1964 (trái) và năm 2011 (phải) [34].

Nhiều tỉnh như An Giang, Đồng Tháp, Long An... xây dựng đê bao để làm lúa vụ ba từ những năm 1990. Việc tăng thêm thu nhập được đánh đổi bằng chế độ thủy văn bị xáo trộn bên ngoài đê bao còn bên trong thì độ phì của đất giảm sút và môi trường suy thoái.

Hiện nay vùng đất ven biển ĐBSCL, diện tích nuôi trồng thủy sản tăng lên không ngừng do nguồn lợi kinh tế lớn nhiều địa phương đã phát triển mạnh diện tích này và chuyển đổi những vùng có diện tích trồng trọt có giá trị kinh tế thấp bằng cách xây dựng các công trình ngăn mặn điều tiết nước mặn để nuôi tôm.

Việc gia tăng đột ngột diện tích nuôi trồng thủy sản là nguyên nhân giảm diện tích rừng ngập mặn, thiếu nước ngọt để giữ độ mặn trong ao phù hợp cho nuôi tôm, nước ngầm đã được bơm lên. Ở một số nơi trong vùng đã ngọt hóa, người dân còn khai thác nước ngầm mặn để đảm bảo độ mặn trong vuông cho tôm phát triển. Từ năm 2000 – 2007 diện tích nuôi tôm ở ĐBSCL tăng hơn hai lần từ 252.000 lên 573.000 ha và tiếp tục tăng đến năm 2011 diện tích nuôi tôm của các tỉnh ĐBSCL lên 580.000 ha. Đây cũng là nguyên nhân chủ quan dẫn đến tình trạng đất bị nhiễm mặn gia tăng khi tình

trạng khô hạn do BĐKH và NBD ngày càng có ảnh hưởng rõ rệt cộng với việc sử dụng nguồn nước cho sản xuất nông nghiệp.

Các diện tích sau khi chuyển đổi sang nuôi tôm sau nhiều vụ thất bại đã bị nhiễm mặn, nhiều diện tích bị bỏ hoang khó có thể quay lại canh tác loại hình khác. Ngoài ra, các diện tích canh tác lúa luân canh áp dụng thời vụ nhưng các năm gần đây việc thiếu nước mùa khô và mở cống điều tiết nước mặn sử dụng khi không đủ nước tưới đã làm thiệt hại đến diện tích cây trồng đáng kể. Hiện tượng này diễn ra khá phổ biến và là thách thức lớn cho việc phân bổ quỹ đất nông nghiệp của nhiều địa phương ven biển, ven cửa sông có hệ thống kênh rạch phủ khắp như Trà Vinh, Bến tre, Cà Mau, Bạc Liêu, Long An...

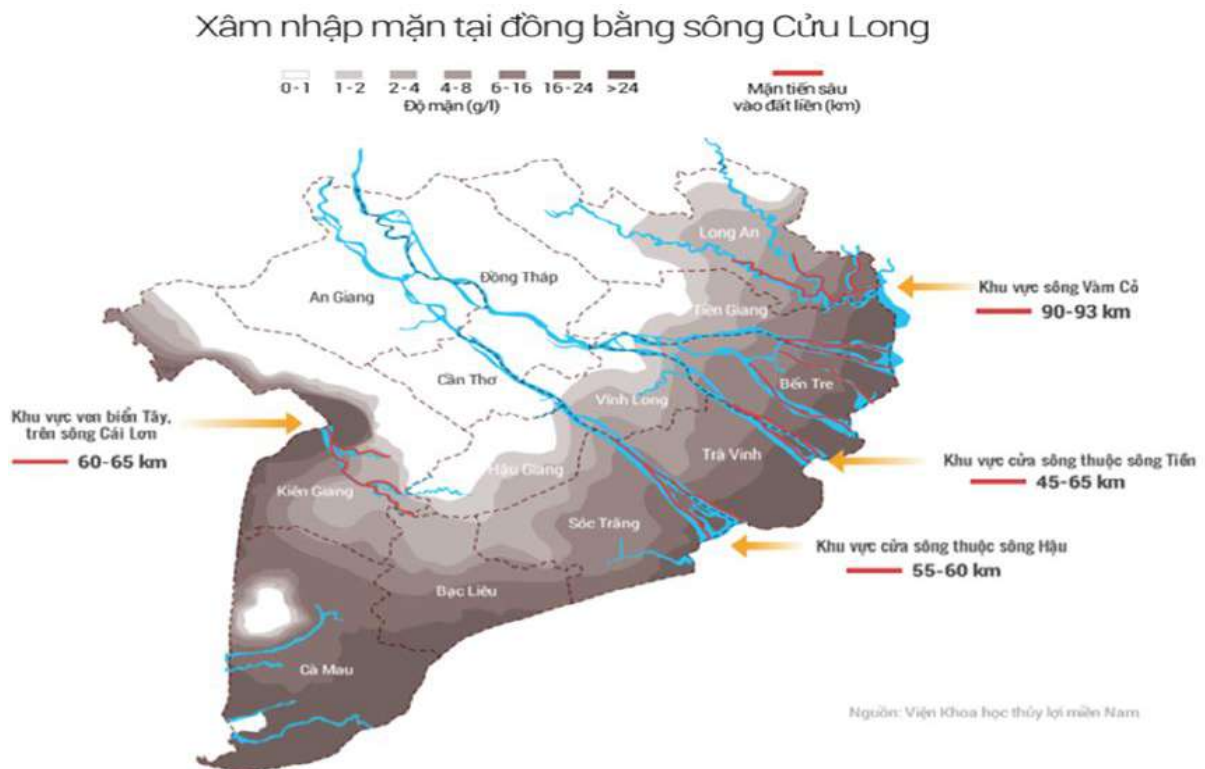
Tổng cục phòng chống thiên tai năm 2020 [54] cho biết xâm nhập mặn năm 2019 - 2020 đã ảnh hưởng đến 10/13 tỉnh ĐBSCL, ranh giới độ mặn 4g/l đã làm 42,5% diện tích tự nhiên của toàn vùng bị ảnh hưởng, tương đương 1.688.600 ha, cao hơn năm 2016 là 50.376 ha. Đất bị nhiễm mặn ảnh hưởng rất lớn đến hệ sinh thái nông nghiệp do độ mặn vượt quá khả năng chống chịu của các loài động, thực vật. (Nguyễn Ngọc Anh, 2015) [32]

Trung tâm kỹ thuật môi trường tỉnh Sóc Trăng (CEE) (2010) [5], trong báo cáo “Đánh giá tác động đến tài nguyên môi trường đất do quá trình xâm nhập mặn và ngập úng tỉnh Sóc Trăng” nhận thấy tác động của xâm nhập mặn đã ảnh hưởng rất lớn đến phát triển kinh tế xã hội của tỉnh, đặc biệt gây ra nhiều tác động có hại đối với sản xuất nông lâm nghiệp. Hiện nay trên địa bàn tỉnh Sóc Trăng vào những thời điểm toàn vùng phải đối mặt với hạn hán và mặn xâm nhập gay gắt ảnh hưởng rất lớn đến tài nguyên môi trường đất, quá trình suy thoái đất cũng diễn ra khá nhanh chóng chủ yếu là do quá trình mặn hóa và phèn hóa, đất bị chai cứng và sodic hóa không có khả năng phục hồi hoặc phải phục hồi trong thời gian dài.

JICA năm (2013) cho thấy trong dự án thích ứng với biến đổi khí hậu cho phát triển bền vững nông nghiệp và nông thôn vùng ven biển ĐBSCL bị thiệt hại bởi ngập mặn: tác động đáng kể của tình trạng xâm nhập mặn xảy ra ở tỉnh Bạc Liêu và Cà Mau, nơi có một lượng lớn các khu vực bị ảnh hưởng bởi nước mặn có nồng độ muối 20g/l.

Bị ảnh hưởng do thiếu hụt nước ngọt từ sông Cửu Long, sản lượng lúa gạo và trái cây phải hứng chịu tổn thất nghiêm trọng về tiền tệ [13].

Sở TNMT tỉnh Bến Tre năm 2019 cho biết theo kết quả quan trắc thì chất lượng nước dưới đất đã có dấu hiệu của sự xâm nhập mặn với giá trị Clorua dao động từ 320 - 1.450mg/l, vượt TCVN-5944/1995 (200 - 600mg/l). Đặc biệt, hàm lượng Clorua trong nước dưới đất ở 2 huyện ven biển Châu Thành, Bình Đại khá cao. (Sở TNMT tỉnh Bến Tre, 2019) [50].



Hình 1-3. Bản đồ xâm mặn đồng bằng sông Cửu Long

Kết quả nghiên cứu tại các vùng ven biển, cửa sông ở ĐBSCL của Nguyễn Ngọc Anh (2015) cho thấy mặn ngày càng cao và tiến sâu vào nội đồng ở 04 khu vực gồm ven biển Tây (trên sông Cái Lớn), cửa sông thuộc sông Hậu, sông Tiền và cao nhất ở khu vực sông Vàm Cỏ (Hình 1.3) [32]. Do vậy diện tích đất nhiễm mặn do tác động này là không tránh khỏi do nước trong đất bị mặn gây ảnh hưởng đến các hoạt động sản xuất nông nghiệp ở các diện tích canh tác đặc thù của vùng này.

Để thích ứng hạn hán, xâm nhập mặn, trong những năm qua, người dân vùng ĐBSCL đã chuyển đổi cơ cấu cây trồng theo hướng tập trung, chuyên canh phù hợp

điều kiện canh tác của từng tiểu vùng, đồng thời gắn với áp dụng những tiến bộ mới trong sản xuất để nâng cao năng suất, chất lượng và thu nhập trên cùng đơn vị canh tác. Tại huyện Long Mỹ, nơi chịu tác động nặng nề vì hạn mặn của tỉnh Hậu Giang, từ năm 2017 đến nay, đã chuyển đổi hơn 450 ha đất lúa kém hiệu quả, vườn tạp sang trồng dưa hấu, dưa lê, chuối, dưa gang, đậu bắp, bưởi da xanh, măng cầu xiêm, dứa, chanh không hạt... Đồng thời chuyển hơn 100 ha đất vùng bị xâm nhập mặn ở xã Lương Nghĩa từ lúa sang mô hình lúa - tôm.

Tại một số địa phương ven biển của các tỉnh Kiên Giang, Cà Mau, Bạc Liêu, Sóc Trăng... người nông dân đã chuyển đổi đất từ một, hai vụ lúa kém hiệu quả sang mô hình tôm - lúa, đây còn được xem là mô hình thành công nhất trong điều kiện tác động mạnh của quá trình BĐKH hiện nay.

Bảng 1-1: So sánh xâm nhập mặn 2016 và 2020 tại ĐBSCL

Tên sông	Phân bố mặn (km)	
	Năm 2016	Năm 2020
Sông Vàm Cỏ	90-93	100-130
Sông Hậu	55-60	60-65
Sông Cửa Lớn	60-65	55-65

Nguồn: Tổng Cục Thủy Lợi, 2016[55]

Từ nhiều năm nay, các nước thượng nguồn sông Mekong có kế hoạch tăng cường cho sản xuất nông nghiệp, thủy điện và các hoạt động kinh tế khác nên dẫn tới sự suy giảm lưu lượng nước từ thượng nguồn và thiếu nước vào mùa khô. Ngoài ra, dưới tác động của biến đổi khí hậu mực nước biển ngày càng dâng cao, nhiệt độ tăng, khai thác nước ngầm quá mức để đáp ứng nhu cầu nước cho phát triển đang làm tăng nguy cơ hạn hán và xâm nhập mặn vào sâu trong các cửa sông ở ĐBSCL (Bảng 1.1). Lượng nước ngọt từ thượng lưu chảy về có tác dụng pha loãng nước mặn và đẩy lùi mặn ra phía cửa sông. Vì vậy, những năm mặn xâm nhập sâu vào trong hệ thống sông, kênh rạch nội đồng ở ĐBSCL lượng nước sông Mekong chảy vào ĐBSCL giảm đáng kể. Hiện lượng

nước ngọt sông Mekong chảy vào ĐBSCL thường nhỏ nhất vào tháng 3 hay tháng 4, nên độ mặn lớn nhất cũng thường xuất hiện vào giai đoạn này.

Mặc dù đã có kinh nghiệm chống mặn và thích ứng với hạn mặn qua từng năm song nhiều khu vực tại ĐBSCL vẫn chịu các tác động nghiêm trọng trong đợt hạn mặn 2020, cụ thể 5 tỉnh bao gồm Kiên Giang, Bến Tre, Tiền Giang, Cà Mau và Long An đã phải công bố tình trạng khẩn cấp (NCIF, 2020) [25]. Những thiệt hại về mùa vụ cho thấy hậu quả ảnh hưởng của mặn lên các diện tích trồng trọt là rất lớn (Bảng 1.2).

Bảng 1-2: Thiệt hại về diện tích SXNN do mặn của các tỉnh ĐBSCL năm 2020

Loại hình	Diện tích(ha)	
	Thiệt hại	Mất trắng
1.Lúa	57.400	40.000
<i>Lúa mùa</i>	<i>16.500</i>	<i>14.000</i>
<i>Đông xuân</i>	<i>41.900</i>	<i>26.000</i>
2.Cây ăn trái	6.650	355
3.Thủy sản	8.715	-
Tổng	72.765	40.355

Nguồn: Tô Văn Trường, 2020 [52]

Những nguyên nhân dẫn đến tình trạng hạn hán, xâm nhập mặn ở ĐBSCL hiện nay : i) Lượng nước vào ĐBSCL các tháng cuối mùa mưa năm 2019 và các tháng đầu năm 2020 thấp hơn bình quân nhiều năm; ii) Lượng mưa các tháng cuối mùa mưa năm 2019 cũng thấp hơn trung bình nhiều năm làm cho thể cân bằng giữa nước mặn và nước ngọt có xu hướng dịch vào sâu trong đất liền (đó là quy luật tất yếu); và iii) Nguyên nhân chủ quan vẫn là việc sản xuất nông nghiệp chưa chuyển đổi đáng kể cho nên lượng nước sử dụng vẫn còn lớn gây áp lực lên nguồn nước.

Tổng cục phòng chống thiên tai, Bộ NNPTNN (2020) công bố xâm nhập mặn đã ảnh hưởng đến sản xuất và dân sinh từ tháng 12/2019 và liên tục tăng cao cho đến nay, hiện đã ảnh hưởng đến 10/13 tỉnh ở ĐBSCL (trừ An Giang, Đồng Tháp và Cần Thơ)

[54]. Thiệt hại các tỉnh bị nặng nhất cho thấy đa phần các loại hình nông nghiệp như lúa, lúa-tôm bị thiệt hại rất nặng, trong đó vụ Đông xuân có diện tích ảnh hưởng lớn nhất, kể đến là loại hình lúa-tôm vụ (Bảng 1.3). Riêng tỉnh Long An do ảnh hưởng của mặn đã có 5.177 ha lúa bị thiệt hại (với 3.977 ha thiệt hại trên 70% và 1200 ha trên 30%) và 9.600 ha cây thanh long.

Qua ảnh hưởng của tình hình mặn năm 2016 và 2020 cho thấy các giải pháp “phi công trình” có hiệu quả đặc biệt, vì vậy cần nhìn nhận việc phát triển “dựa vào tự nhiên” theo tinh thần nghị quyết 120/NQ-CP năm 2017 của Chính phủ là rất quan trọng.

Bảng 1-3: Thiệt hại về SXNN ở một số tỉnh ĐBSCL do mặn năm 2020

Tỉnh	Diện tích thiệt hại(ha)				
	<i>Lúa tôm</i>	<i>Đông Xuân</i>	<i>Thu Đông</i>	<i>Mùa</i>	<i>Rau màu</i>
Cà Mau	16.554,8	10.644			3,6
Bến Tre		5.000	104,7		
Trà Vinh		624			
Kiên Giang		1.503		172	
Sóc Trăng		1000			
Tổng	16.554,8	18.771	104	172	3,6

Nguồn: Tổng cục Phòng chống thiên tai, 2020 [54]

1.1.1. Đất mặn và nhiễm mặn ở ĐBSCL

Quá trình tích lũy các loại muối trung tính hòa tan được gọi là quá trình mặn hóa. Các muối này bao gồm chủ yếu là các anion Cl^- , SO_4^{2-} và các cation Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , và K^+ . Nồng độ các muối này trong đất mặn rất cao, làm ngăn cản sự sinh trưởng của thực vật. Ca^{2+} và Mg^{2+} chiếm tỉ lệ cao trong phức hệ trao đổi của đất mặn, do đó $\text{ESP} < 15$ và $\text{pH} > 8.5$, đôi khi nồng độ Na^+ trong đất mặn cao hơn Ca^{2+} và Mg^{2+} do sự hiện

diện của muối Na^+ hòa tan. Dựa vào thành phần tổng muối hòa tan đất nhiễm mặn được phân loại thành 4 cấp độ từ 0-4 (Bảng 1.4).

Nhóm đất mặn bao gồm các loại đất bị nhiễm mặn do ngập nước biển (mặn tràn) hoặc nước mặn mạch (mặn ngầm) và đất mặn lục địa. Đất tích tụ muối của các kim loại kiềm và kiềm thổ như Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} với các gốc axit như Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} và HCO_3^- . Mặn hóa đất có thể xảy ra trong điều kiện tự nhiên hoặc do hoạt động của con người như tưới nước có nhiều muối hòa tan.

Bảng 1-4. Phân loại đất mặn theo tổng muối hòa tan

Cấp độ mặn	Tính chất	Tổng muối hòa tan (g/l)
0	Không mặn	< 0,15
1	Mặn ít	0,15 - 0,35
2	Mặn trung bình	0,35 - 0,65
3	Mặn nhiều	> 0,65

Nguồn: FAO, 1993 [78]

Trong điều kiện tự nhiên, dựa vào nguồn gốc và bản chất muối gây mặn có thể chia đất mặn ra hai loại; đất mặn trung tính chủ yếu do các muối clorua, sunphat và mặn kiềm do muối cacbonat. Đất mặn ở nước ta hầu hết là đất mặn trung tính, phân bố ở ven biển từ Bắc tới Nam. Theo phân loại của FAO- UNESCO người ta dựa vào độ dẫn điện của dung dịch đất và tỷ lệ muối tan (%). Ngoài ra một số tác giả còn phân loại dựa trên cơ sở các dạng ion của muối tan (Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , Na^+ , Mg^{2+} ...) kết hợp với thành phần cơ giới. Theo phân loại này thì ở Việt Nam có 4 loại: đất mặn sú, vẹt, đước, đất mặn nhiều, đất mặn trung bình và ít và đất mặn kiềm; trong đó đất mặn trung bình và ít chiếm đa số với 700.000 ha chủ yếu ở khu vực ĐBSCL (Bảng 1.5) (Bộ TNMT, 2012) [2]. Diện tích này ngày càng tăng do hiện tượng hạn, mặn xảy ra thường xuyên, các hệ quả do biến đổi khí hậu rõ nét và nguồn nước ngọt khan hiếm.

Bảng 1-5. Quy mô, phân bố và đặc điểm đất mặn ở Việt Nam (FAO/UNESCO)

Stt	Loại đất	Diện tích (ha)	Đặc điểm	Phân bố và khả năng sử dụng
1	Đất mặn sú, vẹt, được- <i>Gleyi Salic Fluvisols (FLsg)</i>	180.000	rất mặn, pH (trung tính - kiềm), mùn cao, N% (khá-giàu), P ₂ O ₅ %(trung bình), K ₂ O%(khá – giàu), cation trao đổi trung bình - khá	-ven biển đồng bằng Nam bộ - sử dụng cho sản xuất lâm nghiệp phát triển rừng sú, vẹt, được
2	Đất mặn nhiều - Hapli Salic Fluvisols (FLsh)	300.000	tổng số muối tan > 1%; Cl ⁻ > 0,25% và EC > 4 dS/cm ở 25°C, chất dinh dưỡng (trung bình – khá), TPCG nặng (Nam Bộ) và nhẹ (Bắc bộ):	ở ven biển đồng bằng Bắc Bộ (Thái Bình, Nam Định, Ninh Bình...) và đồng bằng Nam Bộ (Tiền Giang, Trà Vinh, Bạc Liêu, Cà Mau...)
3	Đất mặn trung bình và ít - Molli Salic Fluvisols (FLsm)	700.000	Cl ⁻ < 0,25% và EC < 4 mS/cm, ít chua pH _{KCl} : 6- 8, càng xuống sâu pH càng có chiều hướng tăng do nồng độ muối cao hơn, tỷ lệ Ca ²⁺ /Mg ²⁺ < 1. ít có hàm lượng mùn, đạm trung bình (N%: 0,09-0,18%), lân tổng số ở mức trung bình đến nghèo (P ₂ O ₅ %, 0,05-0,17%) và kali trung bình đến giàu (K ₂ O%: 1,5- 2,5%).	70% diện tích phân bố ở ĐBSCL tiếp giáp đất phù sa, trồng cây
4	Đất mặn kiềm (Gleyic Solonet):	200	nhiều Na ₂ CO ₃ và NaHCO ₃ đất có pH khá cao (pH >8). Cà gang muối: nhiều Na ₂ CO ₃ (đóm muối trắng). Cà gang dầu (pH> 9), nhiều hữu cơ	-Ninh Thuận, Bình Thuận. Cây cà gang có thể sinh trưởng được

Theo Đỗ Văn Phú (2020) [8] ở ĐBSCL nhóm đất mặn có diện tích đứng thứ 3 sau đất phèn và đất phù sa (Phụ lục 3). Về phân loại, đất mặn ở ĐBSCL được xếp vào mặn do triều hoặc do nước ngầm bị mặn gây ra. Vì phèn độc và cải tạo khó hơn mặn

nên nếu đất mặn có cả quá trình phèn đã được đưa sang nhóm đất phèn. Đất mặn thường có thành phần cơ giới nặng, hàm lượng sét ($<0,002\text{ mm}$) 50 -60 %. Về mùa khô đất mặn nhiều ở tầng mặt Cl^- có thể đạt 0,5 - 0,7 và EC 10 - 12 mS/cm, nhưng giảm nhanh trong mùa mưa. Đất mặn có hàm lượng hữu cơ và đạm, lân tổng số trung bình, lượng magiê trong cation trao đổi luôn lớn hơn caxi thể hiện ảnh hưởng của nước biển. Đất này được chia làm 4 loại: mặn nhiều (Mn), mặn trung bình (M), mặn ít (Mi) và mặn dưới rừng ngập mặn (Mm). Trong đó, so với tổng diện tích đất mặn ĐBSCL, đất mặn ít chiếm 59%, còn lại mặn trung bình và mặn nhiều chiếm 33% phân bố ở các tỉnh ven biển sử dụng trồng lúa, nuôi tôm hoặc kết hợp như Long An, Tiền Giang, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Kiên Giang trong đó Long An là tỉnh có cả 3 dạng đất mặn do đặc thù vùng ven cửa, sông biển.

Khu vực đồng ĐBSCL Trong thời gian gần đây diện tích mặn ngày càng tăng nhiều do nguyên nhân khách quan (hệ quả của biến đổi khí hậu và nước biển dâng) và dẫn đến nguyên nhân chủ quan là do sử dụng nguồn nước và phát triển sản xuất nông nghiệp của con người. Các tỉnh ven biển và có diện tích canh tác nông nghiệp lớn (Long An, Tiền Giang, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Kiên Giang ...) là các địa phương chịu ảnh hưởng rõ nét nhất.

Xâm nhập mặn trong tầng nước ngầm ở các địa phương hiện nay chưa được khẳng định do chưa có nhiều nghiên cứu toàn diện, số liệu về xâm nhập mặn trong tầng nước ngầm tương đối rời rạc, các số liệu về trữ lượng mặn ngọt trên từng địa bàn tỉnh còn ở mức số liệu khá tổng hợp nên việc tính toán xâm nhập mặn để đánh giá chất lượng nước ngầm khá khó khăn, chỉ ở mức độ nhất định (Viện khoa học Thủy lợi MN, 2012) [65]. Vì vậy, rất cần thiết có thêm các nghiên cứu về mặn của nước trong đất để bổ sung cơ sở trong các phân tích đánh giá sự thay đổi chất lượng nước trong đất phục vụ sản xuất nông nghiệp.

1.1.2. Các yếu tố quyết định đến xâm nhập mặn nước dưới đất

Xâm nhập mặn là vấn đề nghiêm trọng đối với nhiều quốc gia trên thế giới. ĐBSCL là nơi bị ảnh hưởng nặng nề nhất của nước ta, vấn đề này ngày càng trở nên cấp bách khi diện tích bị xâm nhập mặn ngày càng lớn do biến đổi khí hậu toàn cầu gây nên.

Xâm nhập mặn đang gây nhiều khó khăn cho chính quyền địa phương, vấn đề này đã được nỗ lực giải quyết trong bối cảnh đang diễn ra biến đổi khí hậu như nước biển dâng, tăng nhiệt độ, khai thác nước ngầm quá mức để đáp ứng nhu cầu nước cho phát triển, những nguyên nhân này đang làm tăng nguy cơ xâm nhập mặn.

Sự bổ sung các tầng nước ngầm từ nước mặt bị hạn chế. Bên cạnh đó, việc khai thác quá mức nguồn nước ngầm phục vụ cho các mục đích dân sinh, phát triển kinh tế xã hội cũng gây ra sự cạn kiệt nguồn nước ngầm hiện có trong khi không có sự bổ sung cần thiết bù đắp lại lượng nước đã bị khai thác. Quá trình bổ sung nước hoặc khai thác nguồn nước ngầm đều dẫn đến sự dịch chuyển bề mặt phân cách giữa nước ngọt và nước mặn từ vị trí này sang vị trí khác. Sự dịch chuyển đó có thể làm mực nước dâng lên hoặc hạ xuống tùy thuộc vào việc nước ngọt đổ vào tầng ngậm nước tăng hay giảm. Do đó, sự thay đổi lượng nước ngầm gây ảnh hưởng trực tiếp đến xâm nhập mặn. Tình trạng này sẽ tăng nhanh hơn nếu giảm bổ sung nước ngầm.

Những thay đổi do biến đổi khí hậu như lượng mưa và nhiệt độ, thay đổi mục đích sử dụng đất cũng có thể làm thay đổi đáng kể tốc độ bổ sung nước ngầm cho các hệ thống tầng ngậm nước, gây ảnh hưởng đến quá trình xâm nhập mặn. Bên cạnh đó, các hoạt động thay đổi mục đích sử dụng đất và quản lý đất cũng có thể làm thay đổi trực tiếp đến hệ thống thủy văn, chế độ bốc hơi nước và dòng chảy. Do đó, sử dụng đất cũng đóng vai trò quan trọng tác động đến nguồn nước ngầm

Nước trong đất bị mặn sẽ làm đất bị nhiễm mặn liên quan đến những thành phần yếu tố muối hòa tan trong nước bao gồm clorua, sunfat, cacbonat và bicarbonat của natri, kali, magiê và canxi, mặc dù muối phổ biến nhất là natri clorua. Độ mặn của đất có thể được phân loại thành hai loại chính: độ mặn tức thời và độ mặn của nước ngầm. Độ mặn tức thời liên quan đến sự tích tụ muối theo mùa trong vùng rễ liên quan đến sự mao dẫn của nước và muối từ mực nước ngầm. Trong cả hai trường hợp này, đất trở nên mặn khi tích tụ muối trong vùng rễ sẽ ảnh hưởng xấu đến sự phát triển của cây

Theo định nghĩa trong Handbook 60 và định nghĩa của FAO, 1976 và theo kết quả mà nghiên cứu cho thấy rằng, đất mặn của vùng nghiên cứu thuộc loại đất mặn do sự xâm nhập mặn của nước biển trên nền đất phù sa hoặc mẫu chất được trầm tích trong môi trường nước mặn. Các chỉ số cho thấy đất bị nhiễm mặn và bị hiện tượng sodic khi ESP (% natri trao đổi) lớn hơn 15% và độ dẫn điện EC của các dung dịch thấp hơn 4 dS/m (4000mS/cm) (TCVN 12180-1-2017) (Hội Khoa học đất Việt Nam, 2015) [58]. Đất bị Sodic sẽ làm cho hệ số thấm của đất bị suy giảm, thông khí kém, khó thoát nước và gây ra các vấn đề trong việc canh tác cây trồng.

Chỉ số SAR (Sodium Absorption Ratio) là tỉ số hấp phụ Natri (USDA-SAR Salinity laboratory, 1954) [108] được tính dựa vào công thức:

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{1}{2}([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}])}} \quad (1.1)$$

Trong đó: $[Na^+]$, $[Ca^{2+}]$, $[Mg^{2+}]$ là nồng độ Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} tính bằng meq/l trong mẫu nước kênh tưới để xác định tiềm năng làm cho đất bị sodic hóa khi dẫn các nguồn nước tưới này vào ruộng canh tác trong thời gian dài. Ngoài ra, SAR cũng được xác định từ nồng độ Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} tính bằng meq/l trong dung dịch đất bão hòa, để xác định hiện trạng mức độ sodic hóa đang diễn ra trong đất canh tác.

Chỉ số ESP (Exchangable Sodium Percentage): được ước tính dựa vào SAR bằng phương trình theo Kamporst and Bolt (1978):

$$\frac{ESP}{(100-ESP)} = 0,015 \times SAR \quad (1.2)$$

Các minh chứng về sự thay đổi đặc tính hoá học đất và nước có thể có nhằm để đánh giá sự thay đổi đó có nguy cơ ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của canh trồng, vật nuôi.

Như vậy, các yếu tố ảnh hưởng đến xâm nhập mặn nước dưới đất khách quan là do sự thay đổi của tầng nước mặt, nước ngầm và nhiệt độ tăng, hệ quả này là do sự thay đổi khí hậu và mực nước biển. Cộng hưởng tác động của nguyên nhân này là sự sử dụng nước trong canh tác nông nghiệp nhằm đạt hiệu quả sản xuất cao (dẫn nước thủy lợi, lựa chọn thời điểm tưới và nguồn nước không đạt yêu cầu, loại hình canh tác chưa phù hợp...).

1.1.3. Các biện pháp cải tạo đất bị nhiễm mặn:

Muốn sử dụng đất mặn có hiệu quả trong sản xuất nông nghiệp thì việc cải tạo đất mặn là rất cần thiết để sản xuất nông nghiệp. Có nhiều biện pháp cải thiện đất nhiễm mặn như: Biện pháp canh tác (áp dụng thủy lợi, lượng mưa để rửa mặn, thay thế các loại cây trồng chống chịu mặn kém sang trồng cỏ chịu mặn làm thức ăn gia súc, cây sâu không lật, xới đất nhiều lần, cắt đứt mao quản làm cho muối không thể bốc lên mặt đất được; biện. pháp luân canh cây trồng: lúa/cây trồng chịu mặn – tôm, lúa – cá, biện pháp hóa học và cải tạo đất mặn bằng áp dụng các biện pháp tổng hợp (Nguyễn Công Thành, 2012) [26].

- ***Biện pháp canh tác:***

Thủy lợi là một biện pháp quan trọng. Lợi ích của việc áp dụng thủy lợi rửa mặn: đất mặn có chứa chủ yếu là các muối hòa tan như chloride, sulfate Na, Ca và Mg, nên có thể dễ dàng được rửa trôi mà không làm tăng pH nhiều. Chỉ cần rửa với nước mưa, nước thủy lợi ngọt hoặc có chứa Na hàm lượng nhỏ.

Đưa nước ngọt vào rửa mặn: dẫn nước ngọt vào ruộng, cày, bừa, sục bùn để các muối hòa tan, ngâm ruộng sau đó tháo nước ra kênh, mương, ra sông.

- Cày sâu, đưa CaCO_3 và CaSO_4 ở các lớp đất sâu lên mặt đất, cày phá đáy làm tơi xốp tầng đế cày. Đây là biện pháp thường áp dụng đối với các loại đất mặn được hình thành trong điều kiện khô hạn và bán khô hạn.

Lượng nước cần thiết để thực hiện hiệu quả việc rửa mặn cho đất, tùy thuộc vào các yếu tố:

- + hàm lượng độ mặn ban đầu trong đất,
- + mức độ mặn của đất ít nhất thích hợp cho cây trồng.
- + độ sâu đất cần cải tạo, trong đó,
- + đặc tính của đất là yếu tố chính để xác định lượng nước cần thiết cho việc rửa mặn.

Từ đó mực nước có chiều cao 30cm đi qua đất sẽ loại bỏ khoảng 80% của các muối có trong 30cm trên của đất. Tương tự như vậy, để giảm hàm lượng muối của 60cm trên bề mặt của đất để khoảng 20% của giá trị ban đầu sẽ đòi hỏi sự di chuyển của khoảng 60cm nước thông qua đất.

• Biện pháp sinh học

- Tuyển chọn và lai tạo các giống cây chống chịu mặn, xác định các loại cây trồng có khả năng chịu mặn khác nhau, phù hợp với từng giai đoạn cải tạo đất và từng vùng canh tác với các hệ thống canh tác khác nhau (chọn lọc các giống lúa chịu mặn cho vùng sản xuất dễ bị nhiễm mặn và cho vùng lúa-tôm).

- Chưa có nghiên cứu nhiều về cỏ chăn nuôi thích nghi vùng mặn. Tuy nhiên trong thực tế đã có nhiều loại cỏ có thể phát triển sau vụ lúa và trong giai đoạn nước mặn nuôi tôm ở vùng lúa-tôm. Các loài cây thực phẩm có giá trị: cỏ chịu mặn hoặc chăn nuôi thủy cầm nơi vùng nhiễm mặn.

• Biện pháp hóa học

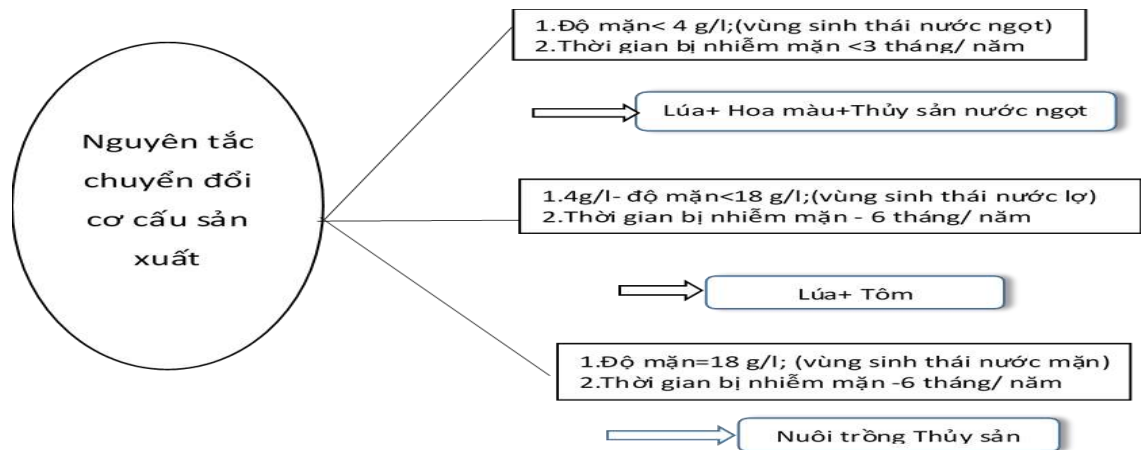
Trong đất nhiễm mặn có ion Na^+ đóng vai trò hết sức quan trọng. Nó thường ở dạng muối tan như NaCl , NaHCO_3 , Na_2SO_4 ... và quan trọng hơn là Na^+ ở dạng trao đổi hấp phụ trên bề mặt keo đất. Ion này sẽ gây ra các tính chất ảnh hưởng có hại về mặt vật lý, hóa học, sinh học... Đó là nguyên lý cơ bản trong cải tạo hóa học đất mặn là nhất thiết phải loại trừ ion Na^+ trong dung dịch đất và keo đất bằng việc thay thế bởi ion Ca^{2+} . Các dạng vôi có chứa can xi khác nhau hoặc lân có chứa can xi thường dung để cải tạo đất mặn.

- **Biện pháp chuyển đổi cơ cấu cây trồng**

Ở nước ta là biện pháp thích nghi sản xuất rất quan trọng nhất là trong điều kiện ứng phó với biến đổi khí hậu, xâm nhập mặn. Nhiều địa phương đã có phương án giảm diện tích lúa 2-3 vụ/năm sang trồng lúa 1 vụ luân canh với nuôi tôm hoặc nuôi trồng thủy sản trong thời gian nhiễm mặn. Nhiều vùng lúa-tôm đã đem lại hiệu quả cao và thu nhập ổn định cho nông dân. Các tỉnh ven biển ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) có mô hình luân canh tôm - lúa là một hệ thống canh tác đặc biệt và đã trở thành tập quán canh tác hàng chục năm nay. Hiện nay ở ĐBSCL đang có 7 tỉnh áp dụng hệ thống canh tác tôm-lúa là Sóc Trăng, Trà Vinh, Bạc Liêu, Cà Mau, Bến Tre, Kiên Giang và Long An.

Tuy nhiên, hiện nay một số nơi như An Minh, An Biên của Kiên Giang hay Cần Giuộc, Cần Đước của Long An vùng lúa-tôm đã không còn duy trì tốt vì mặn xâm nhập sớm, độ mặn cao nên lúa, tôm bị thất bại. Cần phải nghiên cứu tìm kiếm giải pháp khác phù hợp hơn để duy trì hiệu quả sử dụng đất và hạn chế thiệt hại kinh tế, xã hội.

Việc chuyển đổi cơ cấu sản xuất theo vùng sinh thái của ĐBSCL đã được nghiên cứu rất khoa học, thành công và có nhiều mô hình giải pháp đã được đưa vào áp dụng tuy nhiên qua một giai đoạn áp dụng có những mô hình hiện nay hầu như không thể thích ứng vì khả năng phù hợp và bền vững bị phụ thuộc vào cả nguyên nhân chủ quan và khách quan (Sơ đồ 1.1). Tình trạng này đã dẫn đến việc diện tích đất canh tác nông nghiệp bị nhiễm mặn tại các vùng đồng bằng ven cửa sông không thể sử dụng hiệu quả cần được tìm kiếm các giải pháp sử dụng hợp lý. Đây cũng là giải pháp mà nghiên cứu rất quan tâm và có khả năng áp dụng trên những vùng có điều kiện tương tự của địa bàn nghiên cứu do dễ thích ứng linh hoạt với sự thay đổi của điều kiện tự nhiên và sự phát triển kinh tế xã hội đồng thời dễ kết hợp với các giải pháp khác để nâng cao hiệu quả sử dụng đất và sản xuất nông nghiệp.



Sơ đồ 1-1. Mô hình chuyển đổi cơ cấu sản xuất trên các vùng sinh thái ở ĐBSCL (Lê Sâm, N. Đ. Vượng, P. A. Dũng, 2008)[18]

Không có giải pháp nào là toàn năng hay có thể áp dụng như nhau trong các trường hợp, hoàn cảnh khác nhau, và giải pháp hỗ trợ kỹ thuật cho cây trồng, vật nuôi trước hạn mặn cũng vậy. Mỗi địa phương có những đặc trưng canh tác nông nghiệp, hoa màu khác nhau, và mỗi loại cây trồng lại có khả năng cũng như giới hạn mặn khác nhau. Do đó, các địa phương thường xuyên chịu tác động của hạn mặn, đặc biệt là những tỉnh tại vùng ĐBSCL cần tiến hành rà soát diện tích đất nông nghiệp, diện tích cây trồng trên địa bàn, chi tiết tới từng giống cây, con để có phương án hỗ trợ kỹ thuật kịp thời.

Nghị quyết 120/ NQ-CP năm 2017 đã đề cao việc chủ động sống chung với hạn mặn và nghiên cứu, xây dựng các giải pháp ứng phó hiệu quả nhất với vấn đề xâm nhập mặn; xác định biến đổi khí hậu và nước biển dâng là xu thế tất yếu, cần sống chung và thích nghi, biến thách thức thành cơ hội thay vì đối đầu. Đây cũng là sự đổi mới trong quan điểm cần được phát huy thành các thực tiễn quản lý và sử dụng tài nguyên đất, nước sao cho hiệu quả và hợp lý. Vì vậy giải pháp chuyển đổi cơ cấu sử dụng nhằm tái cơ cấu sử dụng đất sao cho hợp lý và hiệu quả các diện tích đất nông nghiệp bị nhiễm mặn được nghiên cứu chú trọng quan tâm vì có thể vận dụng được quan điểm này.

1.2. TỔNG QUAN CÁC VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.2.1. Các nghiên cứu và đánh giá về quá trình xâm nhập mặn

Lê Sâm (2007) [21] đã công bố kết quả nghiên cứu xâm nhập mặn phục vụ phát triển kinh tế-xã hội ĐBSCL đã cho thấy phạm vi ảnh hưởng xâm nhập là trên 50% diện

tích toàn đồng bằng và căn cứ đặc điểm tự nhiên: khí tượng, thủy văn, địa hình, thủy lợi chia làm 4 vùng khảo sát xâm nhập mặn: vùng cửa sông Cửu Long (Tiền Giang, Bến tre, Trà Vinh và Sóc Trăng), vùng ven sông Vàm Cỏ (Long An), vùng ven biển tây và bán đảo Cà Mau. Kết quả cho thấy thực trạng xâm nhập mặn ngày càng diễn biến phức tạp, gay gắt tác động rất lớn đến phát triển kinh tế và xã hội. Các bản đồ dự báo mặn được xây dựng làm cơ sở đề xuất các giải pháp chuyển dịch cơ cấu sản xuất theo quan điểm xâm nhập mặn.

Jeremy Carew-Reid (2008) [92], theo kịch bản biến đổi khí hậu của ICEM thì 10 tỉnh ở ĐBSCL sẽ bị ngập nếu mực nước biển dâng 1,0 m. Long An là tỉnh bị ảnh hưởng nhiều nhất với 49,4% diện tích của toàn tỉnh sẽ bị ngập. Đặc biệt, thành phố và làng mạc ở vùng hạ lưu lưu vực sông Vàm Cỏ sẽ bị tổn thương nghiêm trọng do tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng.

Viện Khoa học thủy lợi miền Nam (2009) [64], đánh giá của đầu năm 2009, nước mặn 10 - 40 g/l đã xâm nhập sâu vào ĐBSCL từ 50-60 km; tháng 5 xâm nhập sâu khoảng 70km. Tình trạng nhiễm mặn đồng bằng sông Cửu Long có những diễn biến mới, phức tạp hơn trước. Vùng ĐBSCL hàng năm sẽ bị khô hạn trầm trọng, diện tích nhiễm mặn có thể lên tới gấp hai lần. Do đó, các vùng trồng lúa sẽ bị ảnh hưởng rất lớn, nhất là năng suất, sản lượng bị giảm do cây lúa nhạy cảm với độ mặn trong đất và nước.

Võ Tòng Xuân (2013) [66], nhận định rằng nước mặn là mối đe dọa, nhưng nó cũng mang lại cơ hội cho nghề nuôi tôm, cũng như các thủy sản nước mặn khác. Ở rất nhiều vùng dọc theo bờ biển châu thổ Nam Bộ, khu vực chiếm đến 50% diện tích nuôi trồng thủy sản ở Việt Nam, đã phát triển một mô hình canh tác độc đáo: trồng lúa nước ngọt và nuôi tôm nước mặn. Đây là mô hình hiệu quả tại nhiều vùng ngập mặn. Bên cạnh đó biện pháp dựa vào giải pháp “Đo độ mặn dựa vào cộng đồng” để có thể canh tác kết hợp các hệ thống kết hợp cùng một khu vực. Trong bối cảnh môi trường thay đổi liên tục và bất thường, chỉ dựa vào kinh nghiệm mà thiếu đi khả năng đo lường các chỉ số, trước hết là chỉ số mặn của nước, việc canh tác gặp rất nhiều rủi ro. Trong thời gian rất gần đây, việc triển khai dự án “Đo độ mặn dựa vào cộng đồng”, một hệ thống đo lường số liệu nước mặn dựa vào cộng đồng đó là việc thành lập mạng quan trắc về sự xâm nhập mặn.

Hồ Quang Đức, Nguyễn Văn Đạo, Trương Xuân Cường và Lê Thị Mỹ Hảo (2009) [10], đã đánh giá sự biến động đất mặn và đất phèn vùng đồng bằng sông Cửu Long sau

30 năm sử dụng cho thấy đất mặn đã có sự biến động lớn. Biến động lớn nhất là đất mặn trung bình và ít. Diện tích đất tái nhiễm mặn chiếm khoảng 46% tổng diện tích đất mặn. Vùng đất mặn trung bình và ít qua quá trình cải tạo và sử dụng hợp lý đã trở thành đất phù sa như ở Long An, Tiền Giang, Bến Tre... một phần diện tích đất nằm gần các cửa sông đã bị mặn xâm nhập mạnh, làm tăng diện tích đất mặn trung bình và ít. Đất mặn nhiều cũng ít có sự biến động về độ mặn, các chỉ tiêu về độ mặn tăng lên qua quá trình sử dụng. Các chỉ số độ mặn tăng lên do sự biến đổi thất thường của thời tiết.

Những năm lũ lụt nước biển dâng làm cho các vùng ven biển bị ngập mặn, hoặc có những năm hạn hán liên tục xảy ra, làm cho mạch nước ngầm hoạt động mạnh, muối có điều kiện theo các mao quản leo lên các tầng đất phía trên. Ngoài ra vào mùa khô khi mực nước sông giảm làm cho nước biển theo sông và các kênh rạch tràn sâu vào trong đất liền làm tăng độ mặn hoặc gây tái nhiễm mặn cho các vùng đất. Khi độ mặn tăng kéo theo độ chua giảm (pH tăng) qua quá trình sử dụng. Hàm lượng các chất tổng số: cacbon hữu cơ, đạm, lân tổng số trong đất mặn trung bình và ít không có sự biến động nhiều. Nguyên nhân do các cation bị rửa trôi trong quá trình rửa mặn bằng biện pháp thủy lợi.

Do vậy, các nghiên cứu liên quan đến xâm nhập mặn ở ĐBSCL đã cho thấy sự hiện diện thường xuyên của mặn và gia tăng mức độ xâm nhập mặn ở các vùng ven cửa sông, biển và diện tích đất bị nhiễm mặn cần được quan tâm và cần có giải pháp quản lý, sử dụng hợp lý.

1.2.2. Các nghiên cứu ứng dụng các công cụ hỗ trợ trong quản lý, giám sát và đánh giá đất nhiễm mặn

Việc sử dụng công cụ trong quản lý, giám sát, đánh giá, phân tích đất mặn đã được chú trọng cho thấy sự hiệu quả, khả năng phân tích nhanh, đảm bảo độ chính xác ở mức độ phù hợp với tỷ lệ vùng nghiên cứu. RS, GIS, GPS là các công cụ có khả năng tích hợp cao, có khả năng kết hợp với các mô hình mô phỏng, toán học và có thể đưa ra những kết quả cần thiết trên nguồn dữ liệu đánh mặn và các yếu tố, vấn đề liên quan đến quản lý, đánh giá, giám sát và cải tạo đất mặn.

Trần Thị Phương Dung (2013) [59] đã sử dụng phương pháp tiếp cận bằng ảnh MODIS để phân vùng ảnh hưởng xâm nhập mặn tỉnh Bến Tre dựa trên hiện trạng cơ cấu cây trồng cùng thời điểm theo dõi diễn biến, dự báo, đánh giá mức độ xâm nhập mặn. Việc thành lập bản đồ mô tả hiện trạng xâm nhập mặn qua từng thời kỳ có thể xem như một phương pháp hiệu quả tạo tiền đề cho việc theo dõi quá trình diễn biến, giúp

các nhà quản lý theo dõi, đánh giá mức độ gia tăng và có biện pháp ứng phó kịp thời. Dựa trên kết quả thu được kết hợp với những cơ sở lý thuyết để chuyển đổi từ bản đồ hiện trạng cơ cấu mùa vụ cây trồng sang bản đồ phân vùng ảnh hưởng xâm nhập mặn. Xác định những khu vực bị ảnh hưởng dựa trên đặc tính đối tượng canh tác nông nghiệp từ đó đưa ra nhận xét về tính chất cũng như các mức độ ảnh hưởng của tình trạng xâm nhập mặn.

Lê Văn Trung và Trần Văn Hùng (2014) [24] đã sử dụng ứng dụng GIS trong việc tích hợp dữ liệu trong quản lý, đánh giá tác động và dự báo thông tin nhiễm mặn, ở quy mô cấp địa phương cho tỉnh Trà Vinh. Bộ công cụ GIS được xây dựng bao gồm 04 chức năng: Quản trị hệ thống, Xây dựng mô hình, Tổng hợp kết quả, và các Tiện ích. Kết quả thử nghiệm cho thấy, giải pháp đề xuất có khả năng cung cấp thông tin dự báo nhiễm mặn (diện tích, mức độ, thời gian) từ mức độ tổng quát (tỉnh, huyện) đến mức độ chi tiết (xã, cụm thửa đất). Ngoài ra, việc tạo bộ công cụ GIS sẽ hỗ trợ chính quyền địa phương dễ dàng trong thu thập thông tin, kiểm tra những vấn đề cụ thể có liên quan đến sản xuất lúa và đề xuất biện pháp thích ứng trong công tác giám sát và đánh giá những tác động do nước biển dâng.

1.2.3. Các nghiên cứu thực nghiệm trên đất mặn

Lâm Văn Tân (2015) [15] đã xây dựng các mô hình canh tác đạt hiệu quả kinh tế cao trên đất ven biển bị ảnh hưởng của xâm nhập mặn và đánh giá biện pháp cải thiện năng suất cây trồng trên đất nhiễm mặn. Mô hình thực nghiệm được triển khai ở 3 tiểu vùng thuộc địa bàn huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre: (i) Vùng ngọt, các mô hình mới được xây dựng gồm lúa – bắp; cá lóc nuôi trên bề bặt; tôm càng xanh luân canh với lúa xen tôm càng xanh; tôm càng xanh nuôi trong ruộng vườn dừa; (ii) Vùng lợ, mô hình canh tác được xây dựng là tôm sú luân canh với lúa xen tôm càng xanh; (iii) Mô hình tôm sú trong mùa khô, tôm thẻ trong mùa mưa được xây dựng trong tiểu vùng mặn.

Kết quả xây dựng mô hình được đánh giá hiệu quả kinh tế đạt được so với mô hình canh tác hiện tại. Nghiên cứu đã đánh giá môi trường đất, nước qua thu mẫu đất từ ruộng trồng bắp và các đáy ao tại các mô hình canh tác ở độ sâu 0 – 5 cm. Các chỉ tiêu đánh giá gồm pH đất, EC đất, Na trao đổi, phần trăm Na trao đổi.

Nguyễn Mỹ Hoa, Trần Sơn Tùng, Nguyễn Hồng Giang và Võ Thị Gương (2016) [31] nghiên cứu khảo sát sự mặn hóa trong đất và nước ở các mô hình canh tác cây trồng và thủy sản tại huyện Bình Đại, tỉnh Bến Tre nhằm khảo sát sự mặn hóa trong đất và nước kênh ở qua khảo sát pH, EC, chỉ số SAR, và ESP trong nước kênh và dung dịch

đất trích bão hòa trên các mô hình lúa – dưa hấu- dưa hấu. Kết quả cho thấy đất đạt mức độ sodic trong mùa khô, nhưng có thể được rửa mặn trong mùa mưa khi canh tác lúa. Tuy nhiên, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, mặn có thể xâm nhập sớm và sâu vào nội đồng dẫn đến nguy cơ gây sodic hóa, nên cần được quan tâm khi áp dụng các mô hình canh tác

Phạm Quang Vũ (2009) [45] Nghiên cứu sự biến động của một số chất chủ yếu trong đất mặn dưới tác động của các lớp mặt khác nhau vùng ven biển Bắc Bộ. Thí nghiệm, thực nghiệm về ảnh hưởng của nước tưới đến độ tái nhiễm mặn của đất và năng suất cây trồng vùng đất ven biển của huyện Kiến Thụy và các nơi khác có điều kiện tương tự. Các thí nghiệm của các phương án tưới mà nghiên cứu đã thực hiện là: tưới sâu thường xuyên, tưới vừa thường xuyên, tưới nông thường xuyên, tưới linh hoạt theo thời tiết. Nghiên cứu còn đề cập đến chỉ tiêu chua và mặn của nước ngầm, quan hệ giữa đất và nước ngầm khá rõ phần đất nằm trên mực nước ngầm 10 - 60cm. Mực nước ở dưới 60 cm so với mặt đất, khi được nhạt hoá lượng muối dần xuống tầng sâu hoà vào nước ngầm làm cho độ khoáng hoá của nước ngầm tăng lên. Kết quả đã chứng minh trong thời kỳ đất được nhạt hoá thì nước ngầm bị nhiễm mặn.

Nguyễn Đình Vượng, Trần Minh Tuấn, Vũ Thị Thuộc (2016) [28] Nghiên cứu tác động của quá trình nuôi tôm đến nhiễm mặn đất huyện Giá Rai - Bạc Liêu bằng phương pháp chuyên gia và điều tra cộng đồng, phương pháp khảo sát thực địa và phân tích trong phòng thí nghiệm. Kết quả khảo sát cho thấy mức độ nhiễm mặn cao nhất ở mô hình nuôi tôm thâm canh và bán thâm canh, thấp nhất ở mô hình canh tác tôm - lúa. Điều kiện thời tiết, hệ thống công trình thuỷ lợi phục vụ nuôi tôm chưa đáp ứng yêu cầu của vùng nuôi, thiếu chủ động trong việc cấp nước ngọt và kỹ thuật cải tạo ao không đúng quy cách, chỉ tập trung chủ yếu sử dụng các biện pháp cơ học, chưa biết tận dụng tối đa nguồn nước mưa để rửa mặn là các nguyên nhân và tạo thành phức hệ gây suy thoái môi trường đất mà trước hết quá trình mặn hoá tại vùng nuôi tôm trên địa bàn nghiên cứu.

Katsuhiko Kurosawa, Shin-ichi Aikawa, Yusuke Oda, Toshinori Kojima và một số tác giả, 2012 [93] đã phân tích sinh khối rễ dựa thí nghiệm trồng rừng (cây bạch đàn) trên đất mặn ở Nhật Bản. Thí nghiệm trồng cây trong nhà kính với chế độ tưới từ 0, 100 và 200 mol/l NaCl. Trọng lượng khô của rễ tỷ lệ nghịch với nồng độ muối. Mức độ tương quan cần thiết được quan sát trên chiều cao và trọng lượng sinh khối của rễ thông qua phương trình tương quan sinh trưởng của cây bạch đàn.

Ian Johnson, Rebecca Coburn and Craig Barton, 2009 [86] khái quát các thí nghiệm trồng cây để kiểm soát độ mặn đã cho biết thực nghiệm trên các khu vực mặn sơ cấp, thứ cấp, mặn nhiều, khô hay ngập nước cho thấy khả năng kiểm soát mặn khi trồng các loại cây trồng (hàng năm: hoa màu; lâu năm: cao su, bạch đàn..) theo thực nghiệm dựa vào khoảng cách các cây, độ sâu rễ trong đất, chế độ tưới và giống có gene kháng mặn, kỹ thuật canh tác (cày, thiết kế luống) thông qua đo lường mô hình cân bằng nước trong đất, chỉ số EC.

1.2.4. Một số nghiên cứu về mô hình truyền mặn trong đất

Nguyễn Văn Tinh (1996) [39] đã nghiên cứu mô hình động thái muối trong đất mặn dưới tác dụng của rửa thấm trên địa bàn xã Trung Dũng, Hải Phòng và ứng dụng mô hình này để dự báo diễn biến muối trong đất mặn tương ứng với chế độ nước và khoảng cách các kênh mương khác nhau trên đất lúa. Nghiên cứu đã sử dụng phương trình vận chuyển chất trong dòng nước trong đất để mô phỏng và phương pháp phân tử hữu hạn kết hợp với thuật toán Newmark để giải các phương trình vi phân và lập trình tính toán trên máy tính bằng chương trình Borland Pascal 7.0.

Trần Ngọc Trang, Nguyễn Hoàng Long, Nguyễn Xuân Hải (2014) [58] Trong nghiên cứu tác động nước biển dâng lên xu hướng mặn hóa đất trồng lúa thông qua nước tưới ở huyện Tiền Hải, Thái Bình bằng mô hình Saltmod dựa vào tính chất đất và nước tưới có độ khoáng hóa cao kết hợp với mô hình Mike 11 dự báo độ mặn ngoài sông như kết quả mô hình Mike 11 dự báo sẽ cho thấy độ mặn đất trồng lúa tăng lên từ 0,33 lên 0,56% ở tầng rễ cây, tăng mạnh nhất ở tầng chuyển tiếp (từ 0,36 lên 0,84%), trong khi tầng giữ nước ít thay đổi ở mức 0,35%. Bước đầu cho thấy việc kết hợp hai mô hình Mike 11 và Saltmod có thể sử dụng để dự báo quá trình mặn hóa đất nông nghiệp các vùng cửa sông ven biển do nước biển dâng trong bối cảnh biến đổi khí hậu ở Việt Nam.

Nguyễn Văn Quý, Nguyễn Minh Cường, Nguyễn Hồng Giang, Trần Huỳnh Khanh và Võ Thị Gương (2014) [40] trong nghiên cứu mô phỏng cân bằng nước và muối cho cây bắp (zea mays l.) trên đất nhiễm mặn tại huyện Thạnh Phú - tỉnh Bến Tre đã sử dụng mô hình cân bằng nước và mô hình tích lũy muối xây dựng bằng chương trình STELLA, mô hình mô phỏng tốt lượng nước trữ trong đất ($R^2 = 0,95$, RMSE = 2,1 mm, NRMSE = 2,84 % và EF = 0,88). Mô hình mô phỏng tốt giá trị trung bình nồng độ muối trong vùng rễ hơn là từng giá trị ở những thời điểm khác nhau. Kết quả mô phỏng ECe của đất phù hợp với ECe đo thực tế là cao hơn giá trị tối hảo (1,7 mS/cm) cho sự phát triển của cây bắp trong suốt vụ trồng. Do độ mặn đất cao nên tổng lượng nước bốc thoát hơi

(228,16 mm) bị giảm so với bốc thoát hơi tối đa (264,92 mm). Kết quả mô phỏng cân bằng nước cho thấy tổng lượng nước tưới trong suốt vụ trồng cần thiết khoảng 52,3 mm, phù hợp với lượng nước tưới thực tế trong thí nghiệm.

Ting-ting Zhang, Sheng-Lan Zeng, Yu Gao (2011), [113] đã đánh giá tác động của việc sử dụng đất trên đất nhiễm mặn ở đồng bằng sông Hoàng Hà, Trung Quốc sử dụng mô hình tích hợp và thống kê không gian cho biết sự tăng trưởng của ngành nông nghiệp và công nghiệp ở các khu vực đất mặn chỉ ra một nguy cơ nhiễm mặn thứ cấp. Nghiên cứu này đã cho thấy bản chất của các tác động của con người trên đất mặn từ ba khía cạnh ở địa bàn nghiên cứu, mô hình GIS dựa trên hồi quy không gian đã được áp dụng đối với chín biến có thể chọn lựa phù hợp trên sáu mô hình khu vực phụ cận. Mô hình vùng phụ cận được phân biệt như một công cụ hiệu quả chuẩn hóa các tác động môi trường bởi vì nhiều thông tin không gian hữu dụng hơn được cung cấp so với mô hình toàn bộ khu vực. GIS_SAR thích hợp và biểu diễn tốt hơn việc định lượng các hoạt động của con người, so với mô hình hồi quy bình phương ít nhất thông thường mô hình hồi quy không gian có thể liên quan đến sự tương quan không gian trên đất mặn.

Mohamed Saidul Islam, Mohammad Atiqur Rahman (2012) [101] đã sử dụng kỹ thuật địa lý không gian để đánh giá tác động của đất mặn lên việc sử dụng đất nông nghiệp: nghiên cứu thực hiện ở Shyamanagar Upazila, Satkhira nhằm biết được khả năng mở rộng của đất mặn và đất nông nghiệp đã giảm dần bao nhiêu trong suốt thập kỷ trên địa bàn nghiên cứu. Vẽ sơ đồ khảo sát bằng ảnh vệ tinh và phần mềm Arcgis tìm ra sự biến động đất nông nghiệp và bản đồ phân vùng đất mặn. Dữ liệu định tính và định lượng được thu thập bằng việc áp dụng các phương pháp khác nhau như thảo luận nhóm tập trung (Focus Group Discussion) và cuối cùng các dữ liệu được thu thập này được phân tích và biểu diễn. Nghiên cứu cũng cho thấy việc sử dụng đất nông nghiệp giảm dần diện tích do tác động của xâm nhập mặn.

Md. Monirul Islam (2014) [100] trong nghiên cứu những ảnh hưởng của mặn đến việc thay đổi việc sử dụng đất ở Bangladesh: sử dụng GIS và kỹ thuật viễn thám. Dựa vào 3 thông số ảnh viễn thám (các ảnh Google earth 525 sử dụng Google Earth 6.2V), danh sách điều tra khảo sát thực địa sự chấp nhận của người dân thể hiện việc thay đổi việc sử dụng đất trước đây và hiện tại do ảnh hưởng của nhiễm mặn và đo lường nước (pH, độ mặn). Kết quả phân tích cho thấy các loại hình sử dụng đất có khuynh hướng giảm và thay đổi việc sử dụng các loại hình thích ứng với nhiễm mặn như canh tác tôm, cua, những mô hình có hiệu quả kinh tế đã được kiểm chứng thực tế. Tối ưu việc sử dụng đất nông nghiệp đã chuyển đổi sang canh tác tôm vì nhiễm mặn, các bản đồ chuyên

đề về độ mặn, độ pH đã giúp thể hiện được mức độ ảnh hưởng và tình trạng sử dụng đất theo khuynh hướng tích cực và tiêu cực

Bingxin Yu, Tingju Zhu, Clemens Breisinger và Nguyễn Mạnh Hải (2012), [71] trong nghiên cứu “các tác động biến đổi khí hậu lên ngành nông nghiệp và các chọn lựa về chính sách để thích ứng ở Việt Nam” đã cho thấy ảnh hưởng của biến đổi khí hậu lên ngành nông nghiệp Việt Nam là tất yếu và rất lớn. Nghiên cứu đã ước đoán tác động của biến đổi khí hậu với ngành nông nghiệp và tài nguyên nước dựa vào mô phỏng mùa vụ, mô phỏng thủy văn và các mô hình lưu vực sông. Tiếp cận theo cách sử dụng năng suất có các mô hình kỹ thuật tốt và giải pháp thâm canh để nâng cao sản lượng lúa và giảm thiểu tác động của biến đổi khí hậu, sử dụng mô hình các ảnh hưởng hỗn hợp đa cấp độ. Cách tiếp cận theo hai hướng này cho phép thay đổi năng suất lúa để được liên kết với điều kiện tự nhiên và kinh tế xã hội. Có khả năng bị tổn hại nghiêm trọng của biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, đầu tư cơ sở hạ tầng nông thôn, như thủy lợi và giao thông, và nguồn nhân lực có thể giảm thiểu các tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu.

Geospatial World (2011) [83] nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn sinh học sinh sản trên lúa mì. Độ mặn gây ra một sự suy giảm trong tăng trưởng của thực vật và sản lượng cây trồng. Viễn thám, GIS và GPS được dùng làm công cụ phân tích trong nghiên cứu này, cụ thể trong lập bản đồ và giám sát và IRS –1D, dữ liệu hình ảnh đã được sử dụng để phát hiện và đánh giá ảnh hưởng muối trên vùng đất và cây trồng ngập.

M. Madyaka (2008) [102] đã nghiên cứu mô hình hóa không gian và dự báo đất mặn sử dụng mô hình SALTMOD trong môi trường GIS. Tích hợp việc tiếp cận của 3 phương pháp viễn thám, mô hình toán và GIS để giám sát và kiểm soát mặn ở tỉnh Nakhon Raschasima, Thái Lan. Saltmod là một mô hình điểm có hướng dựa vào 3 hệ thống thành phần: mô hình cân bằng nước, cân bằng muối và khuynh hướng canh tác. Phân tích thống kê địa lý dùng để nội suy độ dẫn điện và giá trị mô phỏng. GIS được sử dụng để phân tích và lập bản đồ diện tích ảnh hưởng mặn dựa theo phân loại của FAO (USDA). Các dự báo chủ yếu là các bản đồ địa hình, thổ nhưỡng, thông số địa hình (DEM, độ dốc, phẫu diện...), bản đồ hiện trạng bề mặt. Kết quả dự báo kết xuất cho thấy diện tích vùng mặn ban đầu nghiên cứu đã giảm vì mặn thấp và trung bình sau 20 năm canh tác các mô hình hiện tại.

N. Ferjani, M. Morri, và I. Daghari. 2013. [103] Trong đánh giá độ mặn tầng canh tác bằng mô hình Saltmod ở Tunisia, Kalâat El Andalous trong điều kiện có tưới tiêu để dự đoán độ mặn tầng canh tác (trên 10 năm) sử dụng các mô hình mô phỏng SALTMOD cho hệ thống thoát nước bên dưới bề mặt. Trong khu vực thí điểm, loại cây

trồng có tưới tiêu như cà chua (*Lycopersicum esculentum*), mướp (*Cucumis mela*) và bí (*Cucurbita maxima*) phân bố trên ruộng vụ hè và lúa mì nhờ mưa trong vụ đông. Các mô hình dự đoán nhiều hơn hay ít tương tự như giá trị của độ dẫn điện trong tầng canh tác. Dự đoán dòng chảy liên quan đến sự xuất hiện của thủy lợi và lượng mưa. Trong nghiên cứu này, hiệu chuẩn SALTMOD đối với các thông số cân bằng nước -muối đã chứng minh tính hợp lệ của các mô hình cho các điều kiện địa phương.

Từ các nghiên cứu trên cho thấy hiện nay có rất nhiều nghiên cứu về đất mặn từ nghiên cứu cơ sở đến việc đề xuất các giải pháp cải tạo đất mặn, hay giải pháp canh tác trên đất này chưa đề cập đến diễn biến mặn trong đất trong các điều kiện canh tác khác nhau. Một số nghiên cứu cũng ứng dụng mô hình toán để mô phỏng quá trình mặn trong đất và công cụ GIS để lập bản đồ sử dụng đất. Những nghiên cứu biến động của độ mặn hay mực nước ngầm do thay đổi nguồn nước để cho ra các kết quả dự báo nhằm làm cơ sở đề xuất giải pháp sử dụng đất. Ngoài ra, việc sử dụng phương pháp đa tiêu chí MCE để đề xuất mô hình canh tác theo các điều kiện tự nhiên khác nhau trong đó tiêu chí nước mặn là một tiêu chí cần được xét đến cũng như sử dụng công cụ GIS để tích hợp các kết quả nghiên cứu cũng là một hướng nghiên cứu rất cần thiết.

1.2.5. Đánh giá khả năng thích nghi đất đai

Hàng năm trên thế giới, diện tích đất phải khai thác đưa vào sản xuất nông nghiệp khoảng 30 triệu ha. Để thỏa mãn nhu cầu ngày càng tăng của con người về lương thực, nông nghiệp phải đi theo hai hướng: Thâm canh tăng vụ, tăng năng suất cây trồng và mở rộng diện tích đất nông nghiệp. Dù đi theo hướng nào cũng phải điều tra nghiên cứu, đánh giá đất đai để làm cơ sở khoa học cho việc sử dụng đất một cách hợp lý (Vũ Cao Thái và ctv, 1997)[67].

Công tác đánh giá đất đai phục vụ chuyển đổi cơ cấu cây trồng nhằm tăng hiệu quả sản xuất nông nghiệp được đề nghị từ năm 1950 tại Hội nghị của các nhà khoa học đất thế giới ở Amsterdam (Hà Lan). Vào những năm 1960, tổ chức Nông Lương Thế Giới (FAO) đã tập hợp lực lượng gồm các chuyên gia nghiên cứu đất hàng đầu trên thế giới để xây dựng phương pháp điều tra đánh giá tài nguyên đất (soil) và khả năng sử dụng đất đai (land) toàn cầu. Năm 1968, tại hội nghị chuyên đề về đánh giá đất đai, Stewert đưa ra khái niệm đánh giá đất là: “ *Sự đánh giá khả năng thích nghi của đất đai cho việc sử dụng của con người vào nông nghiệp, lâm nghiệp, thiết kế thủy lợi, quy hoạch sử dụng đất ...*” Hay có thể nói khác đi là: “*Đánh giá đất đai nhằm mục tiêu cung cấp những thông tin về sự thuận lợi và khó khăn cho việc sử dụng đất đai, làm căn cứ cho việc đưa ra quyết định về sử dụng và quản lý đất đai*”. Những thành tựu nghiên cứu

về đánh giá đất đai đã được nhiều nước quan tâm. Các phương pháp đánh giá đất mới đã dần dần phát triển thành lĩnh vực nghiên cứu liên ngành mang tính hệ thống (tự nhiên - kinh tế - xã hội) nhằm kết hợp các kiến thức khoa học về tài nguyên đất và sử dụng đất (Đào Châu Thu, Nguyễn Khang, 1998)[6].

Hiện nay có thể giới thiệu tóm tắt ba phương pháp đánh giá đất chính:

- Đánh giá đất theo định tính, chủ yếu dựa vào sự mô phỏng và xét đoán.
- Đánh giá đất theo phương pháp trọng số.
- Đánh giá đất theo định lượng dựa trên mô hình mô phỏng định hướng.

Theo phương pháp đánh giá đất đai của FAO, các yếu tố tự nhiên, kinh tế, xã hội, nhu cầu dinh dưỡng cây trồng, khả năng đầu tư thâm canh, hiệu quả kinh tế các loại hình sử dụng đất, mức độ ảnh hưởng của môi trường ... đưa ra được kết quả phân tích, đánh giá một cách khoa học và khách quan. Với kỹ thuật tin học tiên tiến, phương pháp đánh giá đất đai của FAO hiện nay đã ứng dụng các phần mềm chuyên dụng giúp cho việc chồng xếp các bản đồ đơn tính thông qua Hệ thống thông tin địa lý (GIS) để xử lý thông tin, đưa ra được các thông số cần thiết và chính xác nhằm xây dựng các loại bản đồ về sử dụng đất và bố trí cây trồng hợp lý.

Tùy theo mục đích và điều kiện cụ thể, mỗi nước đề ra nội dung, phương pháp đánh giá đất riêng cho mình. Nhiều quốc gia như Thái Lan, Đài Loan, Trung Quốc, Philipine ... đã thành công trong việc chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất và lựa chọn cây trồng dựa trên cơ sở của đánh giá thích nghi đất đai.

Bùi Quang Toàn (1985), Vũ Cao Thái (1989), Vũ Văn An (1990)... đã thực hiện nhiều công trình đánh giá đất đai cho 9 vùng sinh thái toàn quốc, kết quả đã khẳng định việc vận dụng phương pháp của FAO như một tiến bộ khoa học kỹ thuật cần thiết áp dụng rộng rãi vào Việt Nam (Vũ Cao Thái và cộng tác viên, 1997)[67].

Từ năm 1992, phương pháp đánh giá đất của FAO và các hướng dẫn tiếp theo (1983, 1985, 1987, 1992, 2006) đã được các cơ quan nghiên cứu về đất trên phạm vi cả nước triển khai thực hiện

Từ 1993 đến 1998, trên cơ sở vận dụng phương pháp đánh giá đất của FAO vào điều kiện thực tế của Việt Nam và rút kinh nghiệm việc thực hiện tiến trình đánh giá đất đai phục vụ nông nghiệp, Viện QH&TKNN đã biên soạn: "Quy trình đánh giá đất đai phục vụ nông nghiệp". Quy trình này đã được Bộ NN & PTNT phê duyệt và ban hành

thành quy trình cấp ngành nhằm thống nhất nội dung, phương pháp phân hạng đánh giá đất đai phục vụ quy hoạch sử dụng đất bền vững.

Về cơ bản, tiến trình phân hạng đánh giá đất đai được tiến hành theo hướng dẫn đánh giá đất của FAO. Tuy nhiên, trong mỗi bước thực hiện đều có những quy định và hướng dẫn cụ thể để phù hợp với điều kiện về nguồn thông tin (số liệu, bản đồ) đã có ở Việt Nam.

Năm 1996, kết hợp dự án Quốc gia về Đồng Tháp Mười, công trình về tài nguyên đất Đồng Tháp Mười ở tỷ lệ 1:100 000 đã được xây dựng và hoàn thành (Phan Liêu, Vũ Cao Thái, Phạm Quang Khánh, Lê Minh Triều, Nguyễn Xuân Nhiệm, Nguyễn Văn Đệ, Nguyễn Bá Huệ, Hoàng Anh Tùng, 1996) đề cập đến phát sinh và phân loại đất, sự phân bố địa lý và sử dụng, kiểm kê quỹ đất và đánh giá diễn biến tính chất đất sau hơn 10 năm khai thác. Công trình đã được Nhà nước nghiệm thu và trở thành tài liệu chính thức quốc gia, được sử dụng cho nhiều lĩnh vực như xây dựng quy hoạch phát triển sản xuất, tổ chức lãnh thổ, bảo vệ môi trường, thu hút đầu tư nước ngoài phát triển kinh tế.[41], [42].

Năm 1999, Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn đã ban hành *Quy trình đánh giá đất đai phục vụ nông nghiệp* dựa trên cơ sở phương pháp của FAO có chỉnh biên cho phù hợp với điều kiện nước ta (Tiêu chuẩn ngành 10 TCN 343 - 98), hướng dẫn các cơ quan chức năng và địa phương áp dụng để đánh giá tài nguyên đất đai trên phạm vi cả nước. Cho đến nay, nhiều địa phương (ở cấp tỉnh và huyện) đã áp dụng phương pháp đánh giá đất của FAO để xác định tiềm năng đất đai của địa phương mình, làm luận cứ khoa học cho sử dụng đất hợp lý và có hiệu quả. [43], [44].

Nhiều đánh giá đất đai ở khu vực ĐBSCL phục vụ cho sản xuất nông nghiệp, quy hoạch phân bổ sử dụng đất đai đã được TW và các địa phương thực hiện.

Lê Quang Trí, Võ Quang Minh, Võ Thị Gương (2003) [17] thực hiện đề tài đánh giá và đề xuất phân vùng thích nghi đất đai phục vụ cho định hướng điều chỉnh quy hoạch sản xuất ngư - nông - lâm nghiệp tỉnh Cà Mau giai đoạn 2001 - 2010. Kết quả đã xác định được rằng mô hình lúa cao sản, mô hình rừng Tràm kết hợp với nuôi cá và mô hình lúa - tôm là những mô hình thích hợp nhất, đem lại hiệu quả kinh tế cao.

Lê Quang Trí, Nguyễn Văn Hiếu (2003) [16] tiến hành đánh giá đất đai ở xã Trung Hiếu, Vĩnh Long, qua đó khẳng định phương pháp đánh giá đa mục tiêu đã mang lại hiệu quả cao trong việc hướng dẫn chọn lựa các loại hình sử dụng đất trong sản xuất

nông nghiệp. Kết quả đánh giá đã xác định được cơ cấu hai vụ lúa - một vụ màu và chuyên canh cây ăn trái đặc sản là hai cơ cấu cho hiệu quả cao nhất.

Nguyễn Quang Thuởng, Phạm Quang Khánh (2003) [35] đã nghiên cứu và đánh giá hiệu quả kinh tế của các hệ thống sử dụng đất tỉnh Cà Mau. Qua nghiên cứu mối quan hệ giữa loại hình sử dụng đất và các đặc điểm đất đai đã xác lập được 43 hệ thống sử dụng đất hiện phổ biến trên địa bàn tỉnh. Dựa trên sự xem xét tổng hợp các mục tiêu kinh tế, xã hội và bảo vệ môi trường đã lựa chọn được 32 hệ thống có triển vọng. Kết quả phân tích này sẽ là điểm khởi đầu để lựa chọn các loại hình sử dụng đất có triển vọng để phát triển trong tương lai.

Hướng dẫn mới về đánh giá đất đai mới theo FAO vào năm 2006 chú trọng hơn mối quan hệ giữa LQ và LUR hướng đến sự hiệu quả trong khai thác và sử dụng đất sao cho đảm bảo tính khoa học, hiệu quả và bền vững. Quy trình đánh giá đất theo tiêu chuẩn VN (TCVN 8409:2012) và Hướng dẫn đánh giá của hội khoa học đất Việt Nam (2015) đã giúp cho các nghiên cứu có thể phù hợp hơn với điều kiện thay đổi thích ứng các tiêu chí cụ thể ở vùng nghiên cứu [12], [82].

Các kết quả nghiên cứu đất đai của vùng ĐBSCL có liên quan cụ thể các tỉnh chỉ đề cập đến thực trạng phân bố và đặc điểm của các loại đất trên bản đồ đất, nhưng lại mang tính tổng quát, định hướng và là nguồn cung cấp các thông tin bước đầu trong công tác điều tra, đánh giá chất lượng đất, tiềm năng đất đai. Tuy nhiên kết quả nghiên cứu chưa đề cập đến nội dung điều tra, đánh giá chất lượng đất, tiềm năng đất đai, đồng thời cần phúc tra, thu thập các thông tin về chất lượng đất, nguồn gốc số liệu phân tích. Riêng dự án nghiên cứu điều tra, đánh giá chất lượng đất, tiềm năng đất đai của Bộ Tài nguyên và Môi trường đang thực hiện nhưng chỉ ở mức độ nghiên cứu khái quát cấp vùng.

Các kết quả của đánh giá thích nghi đất đai ở tất cả các khu vực trong và ngoài nước dù bằng phương pháp nào và thời gian nào cũng là cơ sở khoa học khá quan trọng cho tất cả các quyết định đến quản lý và sử dụng đất cho các mục tiêu phát triển.

1.3. TỔNG QUAN VÙNG NGHIÊN CỨU - HUYỆN CẦN GIUỘC, TỈNH LONG AN

1.3.1. Điều kiện tự nhiên

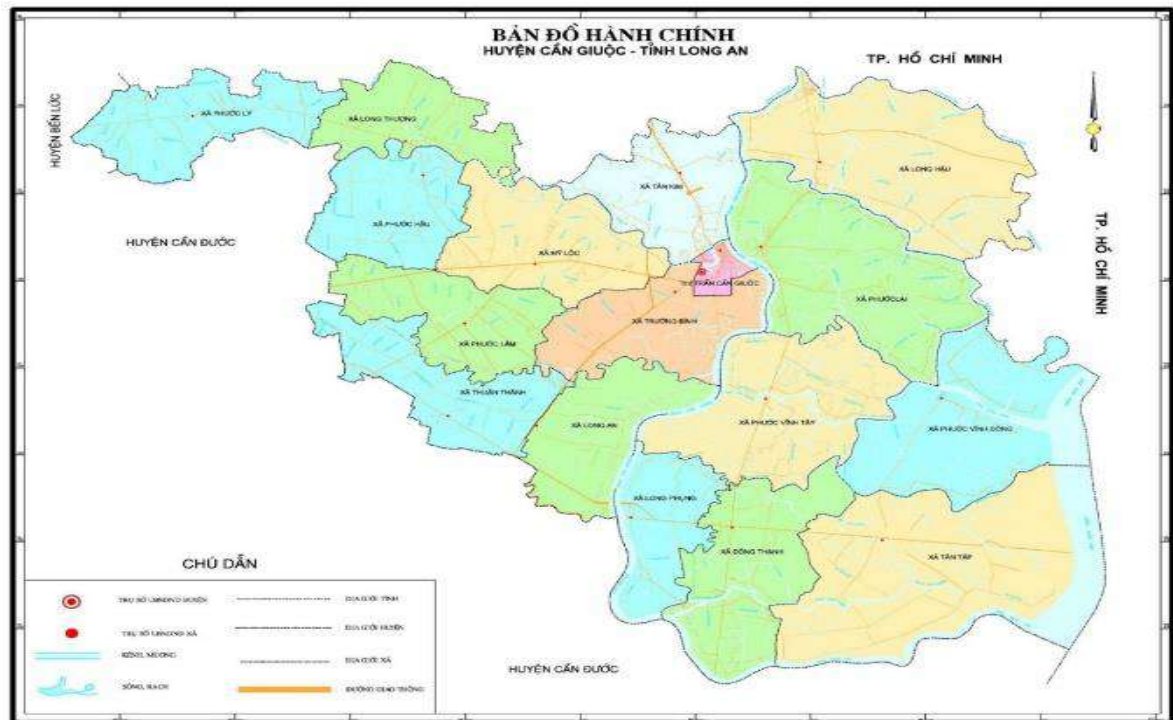
1.3.1.1. Vị trí địa lý

Huyện Cần Giuộc nằm về phía Đông Nam của tỉnh Long An, tỉnh đầu tiên tiếp giáp thành phố Hồ Chí Minh của 13 tỉnh ĐBSCL, có tổng diện tích tự nhiên là 210,19 km² chiếm 4,7% diện tích tự nhiên toàn tỉnh.

- Về tọa độ địa lý: Kinh độ Đông : 106°32'59" - 106°55'92"; Vĩ độ Bắc: 10°58'99" - 10°79'78"

- Về ranh giới địa lý hành chính: Phía Đông giáp huyện Nhà Bè và huyện Cần Giờ - thành phố Hồ Chí Minh; Phía Tây giáp huyện Bến Lức; Phía Nam và Tây Nam giáp huyện Cần Đước; Phía Bắc giáp huyện Bình Chánh - thành phố Hồ Chí Minh.

Toàn huyện được chia thành 17 đơn vị hành chính bao gồm thị trấn Cần Giuộc và 16 xã. Huyện có vị trí địa lý rất thuận lợi về đường bộ lẫn đường thủy, là cầu nối giao thông quan trọng giữa thành phố Hồ Chí Minh với các tỉnh Tây Nam Bộ có nhiều tuyến giao thông chính yếu liên kết với các tỉnh và các huyện (Hình 1.4). Sông Cần Giuộc là tuyến sông nhánh nằm trên đường thủy nội bộ quốc gia và sông Soài Rạp là tuyến đường thủy đối ngoại quan trọng kết nối thành phố Hồ Chí Minh với các tỉnh ven biển ĐBSCL.



Hình 1-4. Bản đồ hành chính Huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An

1.3.1.2. Khí hậu

Điều kiện khí hậu trên địa bàn mang đặc điểm khí hậu chung của vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa của khu vực ĐBSCL với nền nhiệt độ cao đều quanh năm, ánh sáng dồi dào, lượng mưa khá lớn và phân bố thành 2 mùa rõ rệt.

Bức xạ: Tổng lượng bức xạ mặt trời trong năm 130,5 - 156,7 Kcal/cm²/năm, mùa mưa lượng bức xạ trung bình vào khoảng 14,3 kcal/tháng; mùa khô lượng bức xạ trung bình vào khoảng 11,8 kcal/ cm²/tháng. Đây là những trị số cao, vượt trị số ở những sa mạc nhiệt đới.

Nhiệt độ: cao nhất thường diễn ra vào tháng 4 khoảng 29°C có lúc lên đến 30,5°C. Biên độ nhiệt giữa các tháng trong năm dao động từ 2 - 4°C; biên độ nhiệt ngày đêm dao động 8 - 10°C.

Chế độ nắng: tổng số giờ nắng trung bình năm vào khoảng 2.571 giờ/năm, trung bình ngày 214,25 giờ nắng/tháng; 7,0 giờ nắng/ngày và phân hóa theo mùa.

Bảng 1-6 . Khí hậu huyện Cần Giuộc

STT	Thành phần	Giá trị trung bình
1	Tổng lượng bức xạ (kcal/cm ² /năm)	130,5 – 156,7
2	Nhiệt độ (°C)	25,0 -29,0
3	Tổng tích ôn (°C/năm)	97.860
4	Tổng lượng mưa (mm/năm)	1.225 –1.672
5	Tổng lượng bốc hơi (mm/năm)	1.223,6 -1.456,5
6	Độ ẩm (%)	80- 80,9
7	Tần suất gió (%)	60-70

Nguồn: Phòng NNPTNT huyện Cần Giuộc, 2014

Lượng mưa: trung bình hàng năm 1.225 –1.672 mm phân bố không đều ở các tháng trong năm. Mùa mưa tập trung từ tháng 5 đến tháng 10 chiếm 79% tổng lượng mưa cả năm; các tháng còn lại mưa ít, lượng mưa chỉ chiếm 21% tổng lượng mưa trong năm. Chế độ mưa là yếu tố khí hậu quan trọng có tác động mạnh mẽ đến sản xuất nông nghiệp và mùa vụ trên địa bàn huyện. Vào mùa mưa, gió mùa Tây Nam mang theo nhiều hơi nước với hướng gió thịnh hành là Tây Nam; vào mùa khô, gió mùa Đông Bắc mang

không khí khô có hướng gió thịnh hành là Đông Bắc và Đông; chuyển tiếp giữa 2 mùa là gió Đông, gió Tây Nam. Gió theo 2 hướng: mùa khô gió Đông Bắc, mùa mưa gió Tây Nam.

Lượng bốc hơi: trung bình hàng năm vào khoảng 1.223,6mm - 1.456,5mm chiếm hơn 90% lượng mưa. Lượng bốc hơi cao nhất có thể đạt đến 129,3 mm/tháng thường xảy ra vào tháng 2 cao gấp 37 lần lượng mưa trong tháng.

Độ ẩm không khí: trung bình 80,9% có thay đổi theo mùa và theo diễn biến của chế độ mưa.

1.3.1.3. Thủy văn

- **Hệ thống kênh rạch**

Trên địa bàn huyện có rất nhiều sông rạch kết nối thành mạng lưới dày đặc trên địa bàn với hơn 180 kênh rạch lớn nhỏ. Trong đó quan trọng nhất có Sông Soài Rạp bao bọc 01 phần lãnh thổ huyện ở phía Đông với bề rộng sông trên 1.000m và mực nước sâu trên 7m với chiều dài qua địa bàn huyện 17 km bắt nguồn từ sông Soài Rạp đến giáp Thành phố Hồ Chí Minh; Sông Trị Yên bắt đầu từ sông Rạch Cát - Rạch Chanh, đây là con sông chính cung cấp nước cho nông nghiệp và sinh hoạt trên địa bàn huyện; Từ sông Rạch Cát có các nhánh tỏa ra thành các kênh, rạch như: rạch Cầu Tràm, rạch Dừa, rạch Mòng Gà, rạch Váng, rạch Ông Hiếu, rạch Ông Chuông... Ngoài ra, nối liền với sông ngòi và kênh rạch trên còn rất nhiều kênh rạch nhỏ được phân bố đều khắp trên toàn lãnh thổ của huyện tạo nhiều thuận lợi cho việc cấp, thoát nước phục vụ sản xuất, đời sống cũng như giao thông đi lại giữa các vùng trong huyện và bên ngoài.

- Sông Soài Rạp là một phụ lưu của sông Nhà Bè, được bắt nguồn từ xã Phú Xuân (huyện Nhà Bè) và xã Bình Khánh (huyện Cần Giờ) chảy theo hướng nam đổ ra biển Đông tại cửa Soài Rạp. Đoạn chảy qua địa bàn huyện Cần Giuộc thuộc các xã Tân Tập và Phước Vĩnh Đông có tổng chiều dài 8,2 km.

- Sông Cần Giuộc - Rạch Cát, là tuyến sông nhánh bắt nguồn từ Chợ Đệm - Bến Lức, chảy xuôi về phía nam kết nối với sông Soài Rạp; nằm trên luồng đường thủy nội địa quốc gia kết nối thành phố Hồ Chí Minh với các tỉnh vùng ĐBSCL. Toàn tuyến được phân thành 2 đoạn: đoạn chạy qua địa bàn có chiều dài 13 km và đoạn qua các xã phía nam (Tân Tập, Đông Thạnh, Long Phụng) có chiều dài 14,5 km; độ rộng trung bình từ 90 - 120m, nơi hẹp nhất khoảng 80m và nơi rộng nhất khoảng 175 m; độ sâu trung bình từ 5 -7m.

- **Chế độ thủy văn.**

Mặc dù không tiếp giáp với biển nhưng huyện Cần Giuộc vẫn chịu tác động trực tiếp của chế độ bán nhật triều không đều có biên độ lớn của Biển Đông thông qua cửa sông Soài Rạp. Biên độ triều trung bình trên địa bàn là 2,1m, một ngày triều là 24 giờ 50 phút; mỗi chu kỳ kéo dài 13 -14 ngày; đỉnh triều trong năm cao nhất vào tháng 3,4 (Hmax -170cm); mặt nước triều thấp nhất vào tháng 8,9 (Hmin - 284cm). Trong các sông rạch biên độ triều giảm nhanh, càng vào sâu biên độ triều càng giảm, vận tốc truyền triều trên sông rạch tương đối nhỏ nên khó tiêu úng trong mùa mưa.

Trong năm có 02 kỳ triều lớn vào tháng 3 và tháng 9, triều kém vào tháng 4 và tháng 8. Một tháng có trung bình 2 chu kỳ triều. Mùa khô ít mưa, nước sông cạn do đó khu vực ngoài đê bao vùng Thượng phía Tây và hầu hết vùng Hạ bị nhiễm mặn từ 4 - 6 tháng trong năm. Chế độ thủy văn chịu chi phối mạnh bởi dòng chảy hệ thống sông Vàm Cỏ và thủy triều biển đông. Mùa mưa gặp thời tiết bất lợi mưa nhiều kết hợp với triều cường ở khu vực thấp trũng bị úng ngập cục bộ như khu vực ven sông Mồng Gà. Mùa khô lưu lượng sông Vàm Cỏ đông giảm tạo điều kiện thủy triều xâm nhập sâu vào nội đồng theo dòng chính với cường độ mạnh gây ngập úng, nhiễm mặn một số xã vùng đất thấp các khu vực ngoài đê bao bị ảnh hưởng và thời gian này không có nguồn nước ngọt.

- **Sinh vật**

Thực vật: Thực vật tự nhiên chủ yếu gồm: tràm, dừa nước, ráng, lát biên, cỏ sậy lúa ma. Huyện được khai thác theo hướng nông nghiệp nhiều năm, các loài thực vật đặc trưng cho vùng nước phèn, nước lợ ven sông như dừa nước, ô rô ... không còn nhiều. Các cây trồng chính của huyện hiện nay là cây lúa, cây rau màu: cải xanh cải ngọt, xà lách, húng quế....

Động vật: Địa bàn huyện gần cửa biển vào, nguồn thủy sản tự nhiên khá phong phú như cua, tôm càng xanh. Trong đó, tôm càng xanh là giống thủy sản được đầu tư nuôi với quy mô lớn ở Vùng hạ (đặc biệt là các xã: Phước Vĩnh Đông, Phước Vĩnh Tây, Tân Tập, Phước Lại).

1.3.1.4. Địa mạo, địa hình

- **Địa mạo:** huyện Cần Giuộc có 2 dạng địa mạo chính:

- + Đồng bằng nhiễm mặn: Phân bố chủ yếu ở khu vực phía Tây sông Cần Giuộc, được hình thành do quá trình bồi tụ phù sa biển vùng châu thổ hạ lưu. Dạng phổ biến là bằng phẳng và ngập nước theo mùa hàng năm.

+ Bãi triều: Phân bố chủ yếu tại khu vực phía Đông sông Cần Giuộc, hình thành từ quá trình bồi tụ hệ thống các lạch triều. Địa hình trũng và thấp, khó thoát nước và ngập triều thường xuyên.

- **Địa hình:**

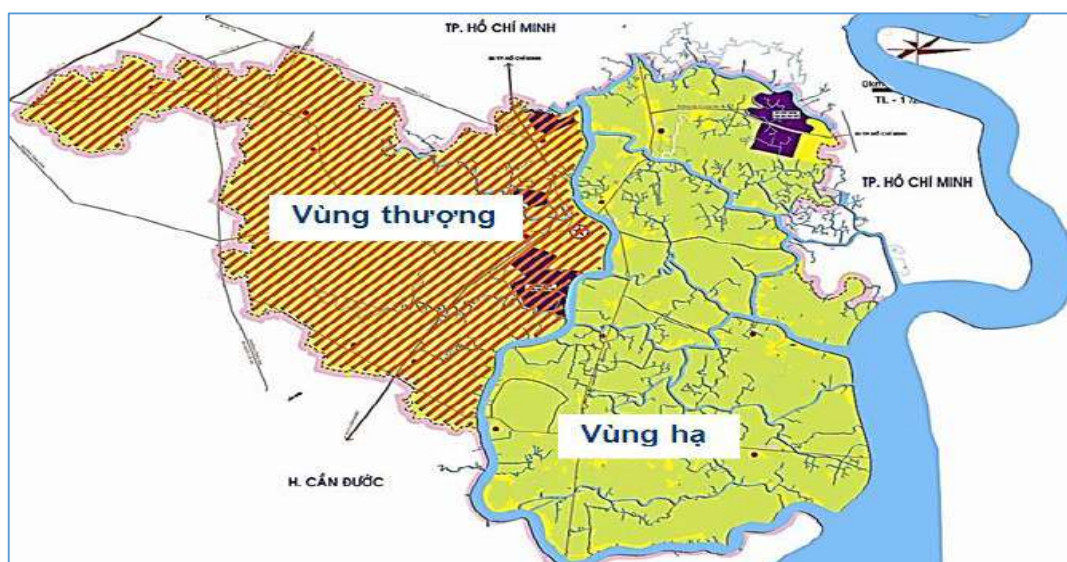
Huyện Cần Giuộc mang đặc điểm của vùng hạ lưu châu thổ đồng bằng sông Cửu Long, địa hình tương đối bằng phẳng và thấp dần từ Tây sang Đông. Dựa vào độ cao thì có thể chia địa hình làm 2 tiểu vùng (Hình 1.5)

+ *Tiểu vùng thượng*: là vùng có độ cao so với mực nước biển 0,8 – 1m gồm 09 xã (Phước Lý, Long Thượng, Phước Hậu, Mỹ Lộc, Phước Lâm, Thuận Thành, Long An, Tân Kim, Trường Bình) và thị trấn Cần Giuộc.

+ *Tiểu vùng hạ*: là vùng có độ cao so với mực nước biển dưới 0,7 m (có nơi dưới 0,5m) gồm 7 xã (Long Hậu, Phước Lại, Phước Vĩnh Tây, Long Phụng, Đông Thạnh, Phước Vĩnh Đông và Tân Tập).

Dựa vào cao độ so với mực nước biển có thể chia thành 3 vùng:

+ Địa hình cao: cao độ từ 0,8m-1m so với mực nước biển, một số vị trí ít có thể lên đến độ cao 1,2m chiếm khoảng 24% diện tích toàn huyện (nhiều ở khu vực phía Tây như các xã: Phước Lý, Long Thượng, Phước Hậu...).



Hình 1-5. Phân bố địa hình huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An

+ Địa hình trung bình: cao độ từ 0,7m-0,8m so với mực nước biển, chiếm khoảng 20% diện tích toàn huyện, phân bố tập trung nhiều ở các xã Thuận Thành, Long An, Long Phụng, Đông Thạnh và Tân Tập.

+ Địa hình thấp: cao độ từ 0,6m-0,7m so với mực nước biển, một số nơi có cao độ thấp 0,5m, phân bố chủ yếu ở khu vực phía Đông Bắc của huyện.

1.3.1.5. Đặc điểm tài nguyên nước

- **Nguồn nước mặt:**

Huyện Cần Giuộc có hệ thống sông rạch khá chằng chịt nên tài nguyên nước mặt khá dồi dào (Hình 1.6), hệ thống sông Cần Giuộc và sông Soài Rạp đóng vai trò chủ yếu trong việc vận chuyển hàng hóa, thoát nước chống ngập úng, phát triển thủy sản. Ngoài ra, còn có một số kênh rạch nhánh kết nối như: Kênh Hàng, Rạch Vang, Ông Chuông, Cầu Đức, Chiêm Dưới, Bà Đăng, Rạch Dừa, Rạch Dơi, Cầu Tràm, Mòng Gà... Tuy nhiên do chịu ảnh hưởng của chế độ thủy triều từ Biển Đông nên độ mặn khá cao, gây ảnh hưởng không tốt đến sinh hoạt và hoạt động sản xuất nông nghiệp của người dân.

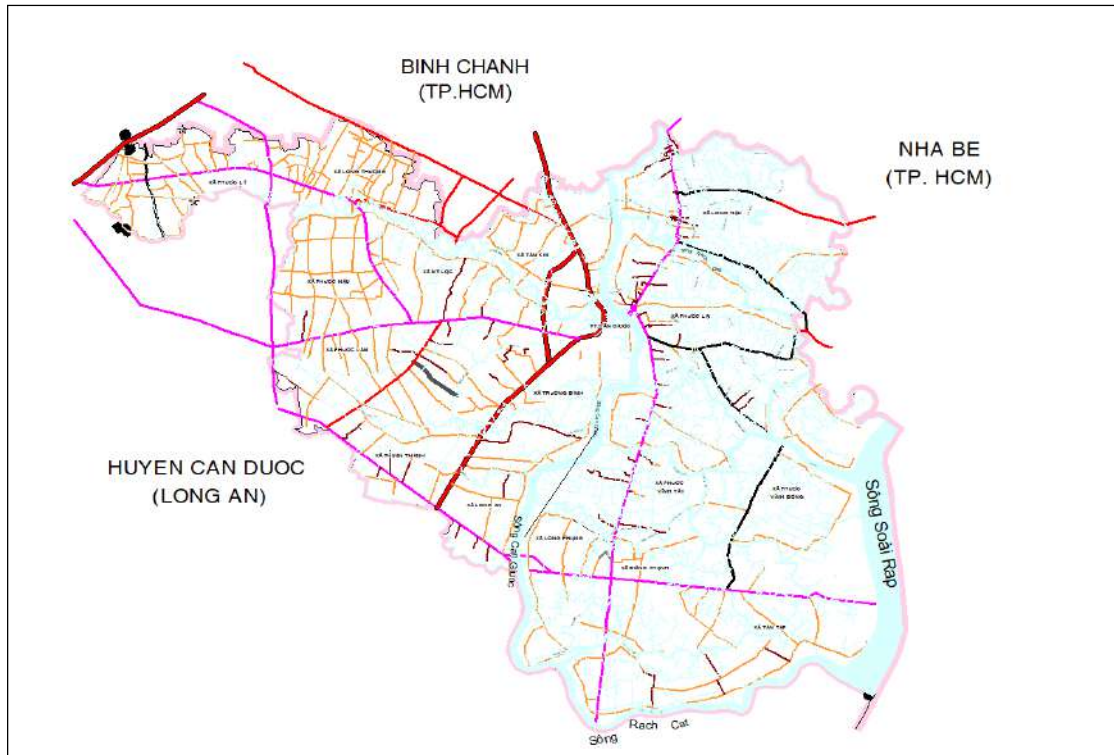
Hiện nay, do ảnh hưởng của chất thải từ các khu dân cư, khu công nghiệp, các vùng lân cận nên chất lượng nước sông Cần Giuộc trong thời gian gần đây chưa đạt tiêu chuẩn cho phép TCVN5944-1995.

- **Nguồn nước ngầm**

Kết quả khảo sát của Liên đoàn địa chất – Thủy văn phía Nam cho thấy nguồn nước ngầm trong huyện Cần Giuộc khá hiếm, nhất là các xã thuộc tiểu vùng Hạ (Tân Tập, Phước Vĩnh Đông, Phước Vĩnh Tây, Long Hậu) với độ sâu trung bình khoảng 350-400m vẫn không có nguồn nước đạt tiêu chuẩn theo TCVN 5944-1995. Các xã thuộc tiểu vùng thượng gần với huyện Bến Lức và Bình Chánh thì chất lượng nguồn nước ngầm khá hơn tiểu vùng hạ, trữ lượng ít.

Tài nguyên nước ngầm chủ yếu khai thác ở 3 tầng chứa N2-2, N2-1, N1-3 với lưu lượng khoảng 37.000 m³/ngày, khai thác bằng các giếng khoan đường kính nhỏ kết hợp với cấp nước tập trung, quy mô mỗi giếng khoan khoảng 100-103m³/ngày.

Theo kết quả điều tra khảo sát, huyện có tổng số giếng là 2.000 giếng, với mật độ trung bình là 15 ha/ giếng, cao nhất là 2 ha/giếng, độ sâu từ 180-300m, tập trung nhiều nhất ở các xã vùng thượng như Trường Bình, Phước Hậu, Mỹ Lộc ... dùng để cấp nước phục vụ nông nghiệp. Hiện nay, việc khai thác quá mức có nguy cơ gây ô nhiễm nguồn nước, gây sụt áp 1-2m vào mùa khô. Đây cũng là nguyên nhân thiếu nước mùa khô cho sinh hoạt và cây trồng của địa phương.



Hình 1-6. Hệ thống sông rạch và công trình thủy lợi huyện Cần Giuộc

1.3.1.6. Đặc điểm tài nguyên đất

Đất Cần Giuộc thành tạo bởi phù sa trẻ của hệ thống sông Đồng Nai và sông Vàm Cỏ, tạo nên đồng bằng gần cửa sông nên vật liệu thành tạo nên đất Cần Giuộc là các trầm tích phù sa sông biển Holocene. Trầm tích Holocen là các trầm tích châu thổ, bao gồm cả trầm tích biển, nước lợ, nước ngọt. Trong vùng này thường gặp các loại trầm tích sau:

+Trầm tích Biển – Gió: Là nhóm trầm tích giống cỏ mà quen gọi là “Giồng”. Địa hình thường nhô cao hơn địa hình châu thổ xung quanh. Lỗ khoan qua giồng thường có 3 lớp từ trên xuống dưới là (cát xám mỏng tươi, cát vàng, sét cát xanh).

+ Trầm tích sông: là những dải phù sa chạy dọc theo dòng sông và các phụ lưu của nó. Đặc trưng cơ bản là bồi từ thấp lên cao, chúng dày nhất ở cửa sông, ven sông Vàm cỏ khoảng 1,0m. vật liệu của nó chủ yếu là bùn cát và sét. Trầm tích này thường ở địa hình cao thuận lợi cho làm đường xá, nhà ở.

+Trầm tích đồng bằng ven biển thuộc hạ lưu đồng bằng châu thổ có thể chia thành:

- Đồng bằng cao ven biển: nằm trên mặt nước thủy triều trung bình, không bị ngập thường xuyên của nước mặn và của nước trên sông chính. Tuy nhiên có thể ngập nước trong thời kỳ triều cường cao hay mưa lớn tập trung. Kết cấu trầm tích là sét xám đen (0 – 50cm), sét bùn xám trắng (50-100cm), cát sét màu vàng (100-150cm) và từ 150cm trở xuống là sét xám xanh chứa vỏ sinh vật đa dạng.

- Đồng bằng thấp ven biển: là các khu đất thấp bọc quanh khu đồng bằng cao ven biển, nằm gần các rạch lớn, bị ảnh hưởng của thủy triều. Vật liệu chủ yếu là sét bùn xám xanh và giàu xác bã sinh vật.

• **Địa chất**

Theo tài liệu của xí nghiệp khảo sát công trình tỉnh Long An địa chất trong khu vực Cần Giuộc phân bố như sau:

+ Từ mặt đất đến độ sâu 7,0 – 7,5m là tầng đất sét trầm tích với màu xám pha đất bột, có xác hữu cơ, đất mềm với độ ẩm cao ở trạng thái chảy.

+ Độ sâu từ 7,5 – 15,0m tầng đất trầm tích cũ, đất sét màu xám vàng, trạng thái dẻo cứng đến cứng kết cấu chặt vừa đến chắc.

+ Dưới 15,0m là lớp đất yếu dày 6,0 – 9,0m sức chịu tải kém ($0,2 - 0,4 \text{ kg/cm}^2$).

• **Đặc điểm và tính chất thổ nhưỡng**

Một loại đất được quy định bởi một tổ hợp các quá trình phát sinh đất đặc trưng (*Specific Pedogenic Processes*- SPP) xác định đặc trưng chỉ cho nó dù rằng từng SPP riêng biệt có thể xuất hiện trong những tổ hợp SPP khác, ở những loại đất khác (Phan Liêu, 1992)[46]. Phân loại đất của vùng nghiên cứu được xây dựng trên cơ sở phân biệt các SPP chủ yếu và xem xét tính chất đất.

Trong vùng nghiên cứu quá trình Gley, phèn và mặn là điển hình cho đất phù sa, đất phèn và đất phù sa ngập nước. Đất mặn là những đất hình thành trên các trầm tích trẻ (tuổi Holocene) có nguồn gốc biển hoặc sông-biển, và trong vòng độ sâu 0-100 cm còn bị ảnh hưởng của nước mặn và không có một phụ tầng nào chứa phèn. Như vậy thành phần và tuổi của mẫu đất, vị trí địa lý, điều kiện địa hình và khả năng xâm nhập của nước mặn từ biển là những yếu tố tham gia hình thành đất mặn. Như thế quá trình mặn là 1 SPP có tác động đến đất mặn ở huyện Cần Giuộc

Qua điều tra và thu thập dữ liệu để phân loại đất cho thấy huyện Cần Giuộc gồm 2 nhóm đất chính: đất phù sa và đất phèn, thường bị nhiễm mặn, có EC từ 1-1,61mS/cm. Các loại đất này nằm ở dưới sâu hoặc chỉ vào mùa khô khi sự xâm nhập mặn xảy ra.

Trên địa bàn nghiên cứu, đất phèn phát triển chủ yếu trên trầm tích biển - đầm lầy tuổi Holocene thượng (mb Q_{IV}³), phân bố tập trung trong một số khu vực thuộc xã (vùng hạ Tân Tập, Long An, Long Hậu).

Ngoài những SPP chủ yếu là phèn, mặn, Gley ở Cần Giuộc còn một số quá trình thổ nhưỡng sơ và thứ cấp khác đã xảy ra trong đất. Đây là cơ sở cho phân loại tài nguyên đất, đánh giá tác động của các yếu tố hình thành đất đến lớp phủ thổ nhưỡng, đồng thời đề xuất hướng khai thác sử dụng, bảo vệ và bồi dưỡng đất thích hợp.

Đất phù sa trên nền phèn tiềm tàng là kiểu hình thành hai lớp của một lớp trầm tích không phù hợp (double layers of a discordant cover of sediments) không có thể tương ứng theo WRB (World Reference Base for Soil Resources). Vì vậy, chỉ có thể đặt những tên gọi “khả dĩ nhất” cho các loại đất này theo chỉ dẫn của WRB (Phan Liêu, 1998) [47].

Theo bản đồ đất được thành lập ở tỷ lệ 1: 25.000 của huyện Cần Giuộc và kết quả khảo sát điều tra bổ sung bản đồ đất (Phụ lục 4) của Nguyễn Thị Hoàng Yến năm 2015 [36] (Bảng 1.7), đất Cần Giuộc thành tạo bởi phù sa trẻ của hệ thống sông Đồng Nai và sông Vàm Cỏ, tạo nên đồng bằng gần cửa sông với các đặc trưng:

+ Đất phù sa chiếm 87,17% diện tích tự nhiên toàn huyện phân bố hầu hết cả vùng thượng và vùng hạ trong đó ở các xã vùng thượng là loại đất tốt nhất, có thành phần cơ giới là đất thịt trung bình, do khai thác lâu đời nên hàm lượng N, P, K tổng số từ trung bình đến nghèo, độ pH_{KCL} 5,5 – 6,2; đặc biệt có một số nguyên tố vi lượng với nồng độ khá cao (Bore, Cobal, Kẽm, Molipden). Đây là vùng đất thích hợp cho trồng rau và lúa đặc sản chất lượng cao, do tính chất đất tạo nên lợi thế cho sản phẩm hàng hóa có hương vị đặc biệt.

Phân theo cấp chi tiết đặc tính thổ nhưỡng có 8 đơn vị, trong đó *đặc tính mặn* đã có mặt trong các đơn vị đất phù sa thuộc khu vực vùng hạ đa phần *bị nhiễm mặn* gồm đơn vị **1, 3 và 8**, trong đó ***đất phù sa trên nền phèn tiềm tàng nhiễm mặn*** (đơn vị số 8) chiếm tỷ trọng nhiều nhất 27,16% tổng diện tích tự nhiên với 5.729,01 ha có thành phần cơ giới nặng (tỷ lệ sét vật lý cao 50 – 60%) và nồng độ độc tố cao (SO₄²⁻, Cl⁻, Al³⁺, Fe²⁺, ...), ít thích hợp cho cây trồng cạn, nhưng lại là nơi trồng lúa thơm và lúa đặc sản (Tài nguyên, Nàng thơm, Hương lài – khaodawk Mali, ...) cho chất lượng cao và nuôi thủy sản nước mặn – lợ (tôm sú, cá nước lợ, cua lột, ...) có hiệu quả.

+ Đất phèn có đặc tính mặn với diện tích không lớn chỉ 3,71% tổng diện tích tập trung ở vùng hạ và toàn bộ các đơn vị này bị nhiễm mặn phân bố ở các xã vùng hạ, nhiều

nhất là ở Tân Tập. Như vậy có hơn 56% diện tích (10.701,61 ha) trên tổng diện tích các loại đất có yếu tố nhiễm mặn trong phân loại đất của vùng nghiên cứu.

Bảng 1-7. Bảng phân loại đất huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An

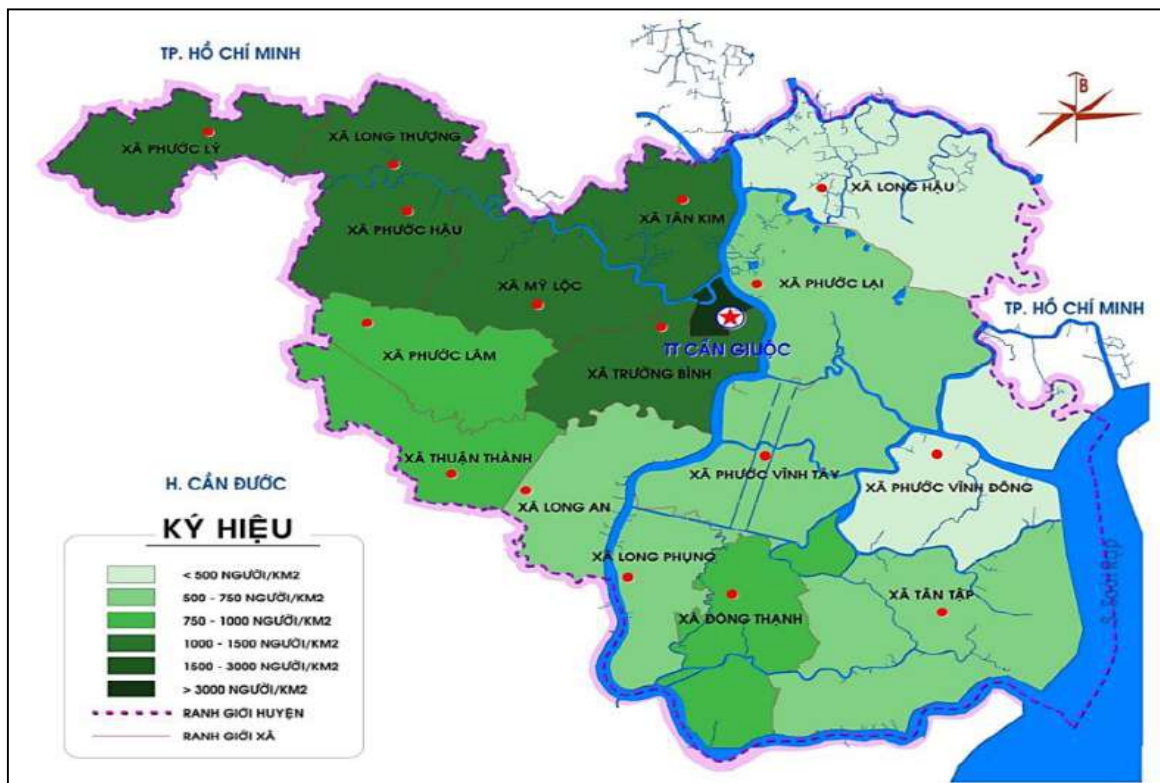
TT	Hệ thống phân loại Việt Nam		Diện tích	
	Tên đất	Ký hiệu	(ha)	(%)
I	ĐẤT PHÙ SA	P	18386,69	87,17
1	Đất phù sa loan lỗ gley trên nền phèn tiềm tàng nhiễm mặn	P(f)g/S(M)	629,26	2,98
2	Đất phù sa trên nền phèn tiềm tàng	P/S	1113,23	5,28
3	Đất phù sa loan lỗ gley nhiễm mặn	P(f)g(M)	2777,05	13,17
4	Đất phù sa loan lỗ gley chứa hữu cơ	P(f)gh	1400,71	6,64
5	Đất phù sa loan lỗ gley	P(f)g	67,89	0,32
6	Đất phù sa có tầng loan lỗ sâu	Pf2	1022,48	4,85
7	Đất phù sa có tầng loan lỗ nông	Pf1	5647,06	26,77
8	Đất phù sa trên nền phèn tiềm tàng nhiễm mặn	P/S(M)	5729,01	27,16
II	ĐẤT PHÈN NHIỄM MẶN	F(M)	783,29	3,71
9	Đất phèn tiềm tàng, phèn ít, nhiễm mặn	Sip(M)	335,80	1,59
10	Đất phèn tiềm tàng, nhiễm mặn	Sp(M)	212,60	1,01
11	Đất phèn hoạt động trên nền phèn tiềm tàng nhiễm mặn	Sjp(M)	234,89	1,11
I+II	Tổng diện tích đất đánh giá phân loại		19.169,98	90,89
III	SÔNG, SUỐI, AO, HỒ		1921,80	9,11
	Tổng diện tích tự nhiên		21091,78	100,00

Nguồn: Bản đồ đất huyện Cần Giuộc sau chỉnh lý của Nguyễn Thị Hoàng Yến, 2015 [36]

1.3.2. Một số đặc điểm kinh tế, xã hội vùng nghiên cứu

Cần Giuộc là địa phương nằm trên hành lang giao lưu kinh tế-xã hội chịu áp lực lớn về đô thị hóa: quốc lộ 50 – sông Soài Rạp, cửa ngõ giữa thành phố Hồ Chí Minh và các tỉnh miền tây nam bộ, tạo thế mạnh thu hút đầu tư phát triển công nghiệp, đô thị,

cảng...và thu hút nhân lực chất lượng cao đến làm việc hàng ngày, tiếp nhận chuyển giao công nghệ từ TP.HCM. Dân số là 192.329 người (năm 2018) phân bố không đồng đều, mật độ tập trung cao ở các xã phía đông và thấp ở các xã phía tây, mật độ chênh lệch cao nhất và thấp nhất lên đến 2 lần (Hình 1.7). Cơ sở hạ tầng vẫn còn ở mức độ đáp ứng cho quy mô phát triển của vùng nông thôn với hệ thống giao thông bộ cơ bản nối kết các vị trí phát triển kinh tế-xã hội với các hệ thống đường nông thôn dọc theo các hệ thống đê bao kết hợp phục vụ tốt cho nhu cầu đi lại và vận chuyển nông sản của người dân. Nông nghiệp vẫn là ngành kinh tế chủ đạo của địa phương và phát triển ở mức độ khá cao với các loại hình sản xuất đặc trưng: rau màu, lúa đặc sản, nuôi thủy sản nước lợ thuận lợi cho quá trình chuyển dịch sang nông nghiệp đô thị trong tầm nhìn dài hạn. Phát triển kinh tế chưa đồng bộ giữa khu vực công nghiệp, xây dựng và khu vực thương mại- dịch vụ, hệ quả là đô thị và dịch vụ phát triển chậm hơn công nghiệp, có ảnh hưởng đến phát triển bền vững.



Hình 1-7. Hiện trạng phân bố mật độ dân cư

1.3.2.1. Hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp

Cơ cấu sử dụng đất huyện Cần Giuộc năm 2017 gồm có 2 loại hình sử dụng đất chính là nông nghiệp (64% DTTN) và phi nông nghiệp (35,94% DTTN), đất chưa sử dụng hiện không còn. Đất nông nghiệp chiếm đa số trong cơ cấu sử dụng đất phù hợp với xu thế phát triển kinh tế-xã hội lấy nông nghiệp làm chủ đạo của địa phương (Bảng 1.8).

Bảng 1-8. Hiện trạng nông nghiệp năm 2017 huyện Cần Giuộc

STT	Loại hình sử dụng	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	
			So DTTN	So nhóm
Tổng diện tích tự nhiên		21.510,04	100,00	-
1	Đất nông nghiệp	13.778,39	64,06	100,00
I	Đất sản xuất nông nghiệp	8.885,04	41,31	64,49
I.1	Đất trồng cây hàng năm	7.733,39	35,95	56,13
I.1.1	Đất trồng lúa	6.517,19	30,30	47,30
	- Chuyên 2-3 vụ lúa	5.667,19	26,35	41,13
	- Lúa mùa	850,00	15,00	6,17
I.1.2	Đất trồng rau	920,00	4,28	6,68
I.1.3	Đất trồng hoa, cây cảnh	66,00	0,31	0,48
I.1.4	Đất trồng cây hàng năm khác	230,20	1,07	1,67
I.2	Đất trồng cây lâu năm	1.151,04	5,35	8,36
	- Đất trồng cây công nghiệp lâu năm	18,30	0,09	0,13
	- Đất trồng cây ăn quả lâu năm	75,90	0,35	0,55
	- Đất trồng cây lâu năm khác	1.056,84	4,92	7,67
I.3	Đất có mặt nước nuôi thủy sản	4.892,81	22,74	35,50
I.4	Đất nông nghiệp khác	1,35	0,01	0,01
2	Đất phi nông nghiệp	7.731,65	35,94	-
3	Đất chưa sử dụng	-	-	-

(Nguồn: UBND huyện Cần Giuộc, 2017)

Trong nhóm đất nông nghiệp, thì đất sản xuất nông nghiệp chiếm đến 64,49% đất nông nghiệp (8.885,05 ha). Trong đó thì đất trồng cây hàng năm chiếm diện tích cao nhất 7.773,39 ha (chiếm 87,04% đất cây hàng năm), trong đó đất trồng lúa chiếm đến

84,27% đất trồng cây hàng năm phân bố ở các khu vực gần đê của vùng thượng và vùng hạ xã Tân Kim, Trường Bình, Long Hậu, Long Phụng, Tân Tập..... Còn lại là rau màu tập trung ở các xã vùng thượng như Long Thượng, Phước Lý, Mỹ Lộc, Long An... Kể đến là đất có mặt nước nuôi trồng thủy sản 4.892,81 ha chiếm 35,50% đất nông nghiệp phân bố ở các xã Phước Vĩnh Đông, Phước Vĩnh Tây, Tân Tập, Long Phụng, Đông Thạnh...cũng là loại đất có tỷ lệ tăng cao nhất trong thời gian vừa qua vì phần lớn khu vực huyện Cần Giuộc bị ảnh hưởng của sự xâm nhập mặn (các diện tích thuộc vùng giáp ranh giữa hai khu vực thượng và hạ được tạm thời phân định của đê bao) nên người dân buộc phải chuyển loại hình chủ yếu trước đây là đất lúa dần sang loại hình nuôi trồng thủy sản. Diện tích cây lâu năm không nhiều với 1.151,65 ha chủ yếu là cây vườn tạp có giá trị kinh tế không cao xen lẫn trong khu dân cư.

Hiện trạng sản xuất nông nghiệp huyện Cần Giuộc cho thấy đất trồng cây hàng năm chiếm ưu thế, kể đến đất nuôi trồng thủy sản, đất trồng cây lâu năm, đất nông nghiệp khác. Phân bố hiện trạng theo không gian khá rõ: khu vực các xã vùng thượng tập trung các loại hình rau, màu và được ngăn cách đê bao với vùng hạ nơi tập trung lúa và nuôi trồng thủy sản hoặc kết hợp lúa và thủy sản (Hình 1.8).

Điều kiện quỹ đất nông nghiệp lớn, có đặc thù của vùng ĐBSCL, đặc biệt là khu vực phía Đông sông Cần Giuộc (trục ĐT.826C kết nối với TPHCM) thuận lợi hơn trong việc phát triển kinh tế xã hội và đô thị hóa vùng giáp ranh thành phố Hồ Chí Minh, hệ thống sông, kênh rạch phong phú có thủy lợi điều tiết thuận lợi cho việc tưới tiêu nông nghiệp. Đất nông nghiệp nằm trong vùng chịu ảnh hưởng trực tiếp của biến đổi khí hậu, chịu áp lực lớn của nhu cầu phát triển kinh tế-xã hội.

1.2.3.2. Tình hình sản xuất nông nghiệp và ảnh hưởng của xâm nhập mặn

• Biến động về sản xuất nông nghiệp của huyện Cần Giuộc

Trong giai đoạn 2010-2017, diện tích nông nghiệp của huyện biến động một phần chịu ảnh hưởng do kết quả công tác thống kê, kiểm kê đất đai thay đổi chỉ tiêu, đồng thời cũng phản ánh một số xu thế, cụ thể như: diện tích đất nông nghiệp tăng từ 12.509,37 ha lên 13.778,39 ha, đồng thời đất phi nông nghiệp giảm từ 8.510,43 ha xuống còn 7.731,65 ha, nguyên nhân do ảnh hưởng của khủng hoảng kinh tế dẫn đến nhiều dự

án đã không được triển khai. Tuy nhiên xu thế biến động này phản ánh khá rõ xu thế biến động đất đai do thực hiện các mục tiêu phát triển xã hội và tốc độ đô thị hóa của huyện (Bảng 1.9).

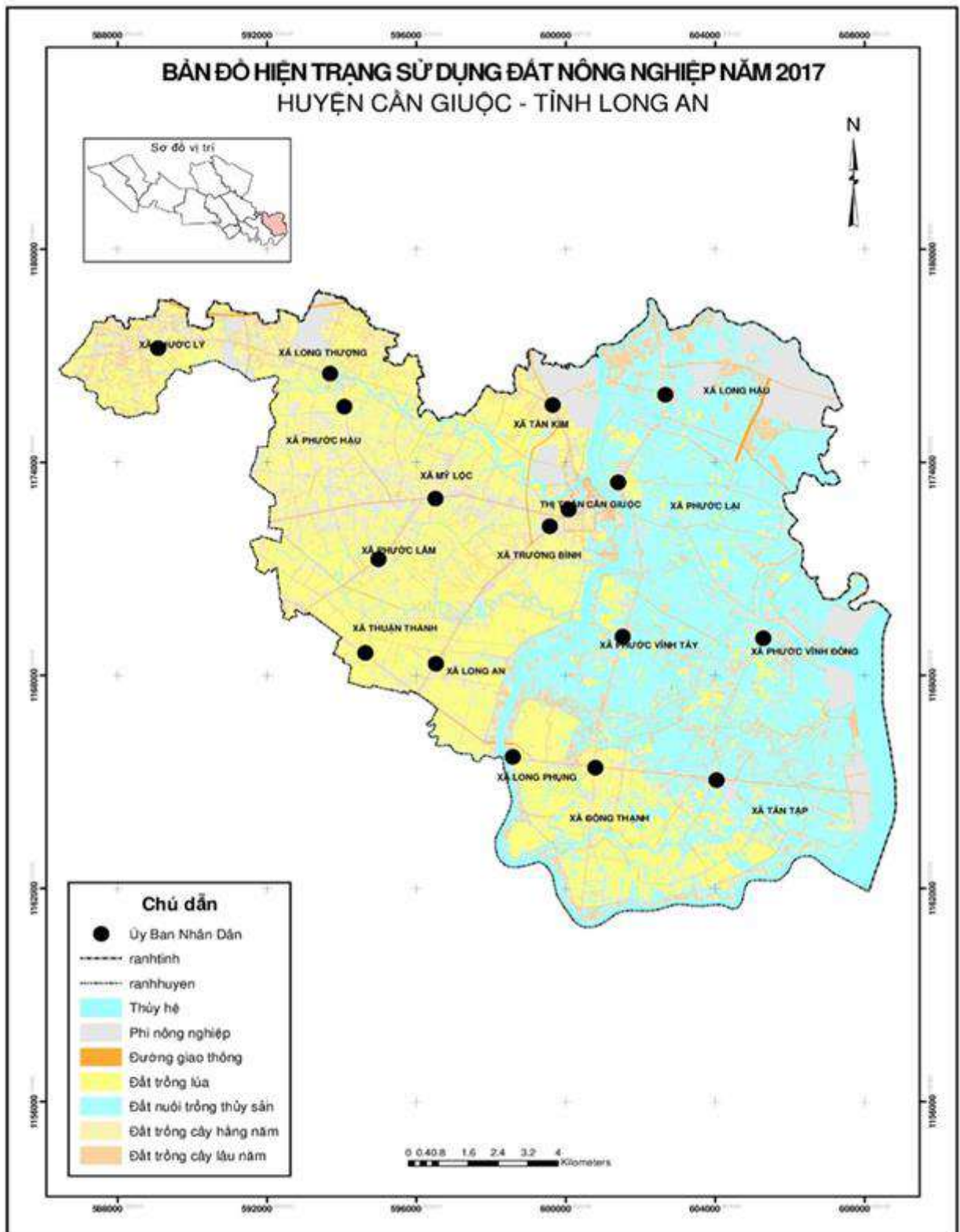
Trong các loại hình nông nghiệp, diện tích cây hàng năm giảm rất mạnh với 1.695,90 ha do chuyển đổi sang các loại hình phi nông nghiệp và chuyển sang nuôi trồng thủy sản. Diện tích nuôi trồng thủy sản tăng lên đáng kể với 2.271,85 ha đa phần ở các diện tích đất có ưu thế ven sông, rạch của vùng hạ trước đây trồng lúa và cây hàng năm có giá trị kinh tế thấp vùng hạ. Việc chuyển đổi này diễn ra mạnh mẽ từ năm 2011 đến 2014 và diện tích không tăng sau năm 2016 do gặp hạn, mặn ảnh hưởng nặng. Thế mạnh của nông nghiệp vẫn đóng vai trò chủ đạo của nền kinh tế. Việc chuyển đổi sang phi nông nghiệp trong giai đoạn vừa qua cho thấy áp lực của nhu cầu sử dụng đất cho phát triển kinh tế, xã hội là rất lớn đòi hỏi phải có cơ chế quản lý và phân bổ phù hợp.

Bảng 1-9. Biến động diện tích đất nông nghiệp giai đoạn 2010-2017

Đvt: ha

STT	Chỉ tiêu	Mã	Năm 2010	Năm 2017	Tăng (+) Giảm (-)
TỔNG DIỆN TÍCH TỰ NHIÊN			21.019,80	21.510,04	490,24
1	ĐẤT NÔNG NGHIỆP	NN	12.509,37	13.778,39	1.269,02
1.1	Đất sản xuất nông nghiệp	SXN	9.887,98	8.885,05	-1.002,93
1.1.1	Đất trồng cây hàng năm	CHN	9.429,29	7.733,39	-1.695,90
1.1.1.1	<i>Đất trồng lúa</i>	<i>LUA</i>	<i>7.566,17</i>	<i>6.517,19</i>	<i>-1.048,98</i>
1.1.1.2	<i>Đất trồng cây hàng năm còn lại</i>	<i>HNC</i>	<i>1.863,12</i>	<i>1.216,20</i>	<i>-646,92</i>
1.1.2	Đất trồng cây lâu năm	CLN	458,69	1.151,65	686,37
1.3	Đất nuôi trồng thủy sản	NTS	2.620,96	4.892,81	2.271,85
2	ĐẤT PHI NÔNG NGHIỆP	PNN	8.510,43	7.731,65	-778,78
3	ĐẤT CHƯA SỬ DỤNG	CSD	-	-	-

Nguồn: UBND huyện Cần Giuộc, 2017



Hình 1-8. Bản đồ hiện trạng nông nghiệp huyện Cần Giuộc năm 2017

• Biến đổi khí hậu tác động đến sản xuất nông nghiệp

Theo công bố của Trần Hồng Thái (2013), phân tích và tổng hợp các tác động của biến đổi khí hậu cho thấy Long An là địa phương nằm trong khu vực phân bố cho diện tích đất nông nghiệp 2 vụ cùng nhóm 5 tỉnh ĐBSCL: Cà Mau, Tiền Giang, Sóc Trăng, Trà Vinh và Bến Tre [57].

Theo kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng do Bộ Tài Nguyên và Môi trường (TN & MT) công bố tháng 3/2012 dự báo tác động của biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho tỉnh Long An (*Bộ TN & MT, 2012*) [49] cho thấy huyện Cần Giuộc năm 2020, 2030 dự báo tăng nhiệt độ trung bình năm là 0,4-0,6°C, mức thay đổi lượng mưa là 1,6-2,3%, nước biển tăng thêm từ 8-9cm và 12-14cm, nên tác động biến đổi khí hậu, nước biển dâng là chưa lớn và chưa nghiêm trọng, huyện Cần Giuộc có thể ứng phó được với hệ thống đê bao, bờ vùng hiện có cùng với hệ thống công trình thủy lợi hiện tại (Bảng 1.10).

Tuy nhiên, ở các kịch bản phát thải trung bình B2 và phát thải cao A1F1 mức ngập 70cm và 1m về nước biển dâng đến năm 2050 và 2100 cho vùng ĐBSCL sẽ ngập 15,8% và 39% diện tích. Với 2 kịch bản này, tỉnh Long An và trong đó huyện Cần Giuộc dự kiến sẽ ngập nghiêm trọng do độ chênh cao không lớn (0,6m-1m) so với mực nước biển, chịu ảnh hưởng của thủy triều nên nhiều khu vực ven sông, nhất là khu vực phía Đông huyện sẽ bị ngập nước thường xuyên ảnh hưởng lớn đến kinh tế - xã hội và đặc biệt là sản xuất nông nghiệp của địa phương.

Bảng 1-10. Biến đổi khí hậu và nước biển dâng Long An theo kịch bản trung bình B2.

Nội dung	Các mốc thời gian của thế kỷ 21								
	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Mức tăng nhiệt độ TB năm(°C)	0,4	0,6	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
Mức thay đổi lượng mưa (%)	1,6	2,3	3,2	4,2	5,1	5,9	6,7	7,4	8,0
Mức nước biển dâng (cm)	8-9	12-14	17-20	23-27	30-35	37-44	44-54	51-64	59-75

(Mức tăng nhiệt độ trung bình năm (°C) và mức thay đổi lượng mưa (%) và mực nước biển dâng được tính so với thời kỳ 1980-1999 cho Long An).

Nhiệt độ tăng cao hơn trong những năm gần đây mùa khô dài hơn và mực nước biển dâng đã đẩy mặn sâu vào nội đồng thông qua kênh rạch nối với sông Vàm Cỏ Đông

và Tây thông qua cửa sông. Chế độ thủy triều lại chịu ảnh hưởng trực tiếp của thủy triều biển đông là chính, mùa khô lượng nước thượng nguồn ít đã tạo cho thủy triều xâm nhập vào nội đồng. Độ mặn trên sông 2 sông Vàm Cỏ vào các tháng 3, tháng 4 là cao nhất trong năm (Lê Sâm, 2007) [21]. Hiện trạng xâm nhập mặn vùng hai sông Vàm Cỏ thuộc địa phận Long An từ đầu mùa khô đến đầu tháng 3 /2016, độ mặn xuất hiện lớn nhất so với cùng kỳ năm 2015 tăng từ 4,7-7,4g/l. Ranh mặn đã tiến sâu vào nội đồng đến 50-60km, diễn biến mặn trong khu vực khá phức tạp. Bên cạnh đó, lượng mưa và lượng nước bốc hơi nội đồng cùng với việc khai thác, sử dụng nước cho các nhu cầu sản xuất và đời sống cũng đem tới những ảnh hưởng nhất định đến tình hình xâm nhập mặn (Nguyễn Thị Minh Phượng, 2016) [37]. Do vậy, Cần Giuộc là một trong những huyện vùng hạ của tỉnh Long An có đặc thù thấp vùng ven cửa sông, biển chịu ảnh hưởng nghiêm trọng của hạn, mặn trong sản xuất nông nghiệp những năm gần đây khá rõ nét.

• **Ảnh hưởng của XNM đến sản xuất nông nghiệp trên địa bàn nghiên cứu**

Do điều kiện tự nhiên nên diện tích đất trên địa bàn mỗi xã bị ảnh hưởng khác, quá trình canh tác cũng theo đó mà thay đổi theo. Loại hình sử dụng đất cũng ảnh hưởng bởi sự quan tâm của chính quyền mỗi xã đến hệ thống các tuyến đê điều. Ngoài ra việc thực hiện đúng chính sách chuyển đổi loại hình từ trồng lúa sang nuôi tôm, cá cách đây khoảng 10 năm đã cũng làm tác động rất lớn đến sự khác nhau về loại hình sử dụng đất nông nghiệp. Hiện tại, với loại hình nuôi trồng thủy sản được coi là giải pháp tối ưu nhất đối với các khu vực bị nhiễm mặn cao trong địa bàn. Các vùng chuyên canh rau, lúa ở các xã vùng thượng giữ vững diện tích cung cấp cho thị trường thành phố Hồ Chí Minh. Riêng diện tích lúa duy trì và tập trung tăng năng suất nhờ vào kỹ thuật canh tác và giống khu vực trong đê bao. Khu vực ngoài đê bao kết hợp loại hình lúa-tôm hoặc tôm tận dụng nguồn nước và tránh mặn mùa khô.

Các dữ liệu điều tra cũng xuất phát từ yêu cầu rà soát các khu vực đất nông nghiệp có hiện tượng nhiễm mặn của phòng TNMT và Phòng Nông nghiệp huyện từ năm 2010 đến năm 2016. Việc xác định vị trí nông hộ phỏng vấn và lấy mẫu cùng tuyến điều tra được cán bộ quản lý chuyên môn (tài nguyên, nông nghiệp, khuyến nông...) và xác định các vùng sản xuất nông nghiệp bị nhiễm mặn gây ảnh hưởng đến việc sử dụng đất và sản xuất nông nghiệp của người dân trên nền bản đồ địa chính từng xã kết hợp với việc tổng hợp trên bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2015 đồng thời cập nhật biến động cho hiện trạng nông nghiệp 2017.

Hiện tượng mặn xâm nhập vào nguồn nước mặt làm thiệt hại khá lớn đến các loại hình canh tác tươi (ảnh hưởng 7ha diện tích rau màu chết do dùng nước mặn tưới vào

tháng 3 gần đê vùng thượng: Tân Kim, Trường Bình, Long An...) và kể cả loại hình canh tác nhờ mưa (năm 2015, 2016, 2017 các diện tích lúa, lúa tôm các xã vùng hạ đã mất trắng gần 70% sản lượng theo kết quả thống kê số liệu về năng suất điều tra phỏng vấn nông hộ vùng bị ảnh hưởng: Tân Tập, Long Phụng, Phước Vĩnh Đông, Phước Vĩnh Tây...). Hiện tượng này xuất hiện trong các năm liên tiếp ảnh hưởng đến vốn đầu tư và người dân bỏ hoang hoặc sản xuất cầm chừng.

KẾT LUẬN CHƯƠNG 1

Việc ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng ngày càng rõ nét, xâm nhập mặn ngày càng phức tạp, khó giải quyết và ảnh hưởng đáng kể đến đời sống và sản xuất nông nghiệp của các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long.

Các nghiên cứu cho thấy thử nghiệm đối với các hệ thống canh tác trên đất mặn đa phần cho các loại cây rau màu, lúa hoặc thủy sản (tôm, cá), các mô hình tại mỗi vùng nghiên cứu có các chỉ tiêu và thông số thay đổi theo đặc thù tự nhiên, kinh tế, xã hội và sự tác động ít nhiều đến khả năng cho năng suất. Sự tích tụ mặn của các mô hình cũng cần kiểm chứng nhiều hơn để khẳng định rằng đất bị nhiễm mặn do nguồn nước trong quá trình canh tác.

Các nghiên cứu về khả năng sử dụng các khu vực đất đã bị mặn do BĐKH hoặc do hệ quả canh tác nông nghiệp cần được phân tích và so sánh để có những giải pháp lựa chọn thiết thực, tối ưu các mục tiêu. Trong đó, cần chú trọng hơn các nghiên cứu thực hiện ở những vùng giáp ranh hoặc cửa ngõ của ĐBSCL, nơi chịu ảnh hưởng cả về BĐKH và biến động về kinh tế, xã hội nhằm xem xét ảnh hưởng nào quyết định đến sự thay đổi loại hình canh tác trên đất mặn.

Kết quả điều tra khảo sát thực địa và phỏng vấn nông hộ trên địa bàn nghiên cứu được cho là bị ảnh hưởng mặn xác định nguyên nhân nhiễm mặn là do việc sử dụng nguồn nước tưới trong mùa khô và ảnh hưởng xâm nhập mặn rõ nét trên địa bàn nghiên cứu. Kết quả phân tích, tổng hợp và biểu diễn của GIS qua diễn biến động về nhiễm mặn có thể xác định khu vực thường xuyên ảnh hưởng nặng nề có thể khoanh định đúng diện tích bị ảnh hưởng để có hướng xử lý cho vùng nghiên cứu điển hình được lựa chọn.

Vì vậy, việc nghiên cứu cần thiết phải xem xét lại khả năng tái sử dụng diện tích đất nông nghiệp bị nhiễm mặn do các hình thức sử dụng đất nhờ nước tưới. Cần có sự kiểm chứng bằng thực nghiệm xem xét sự tồn tại của mặn và khả năng sử dụng các diện tích bị xâm mặn để tái cơ cấu đất nông nghiệp một cách hợp lý, tiết kiệm và hiệu quả hơn.

CHƯƠNG 2

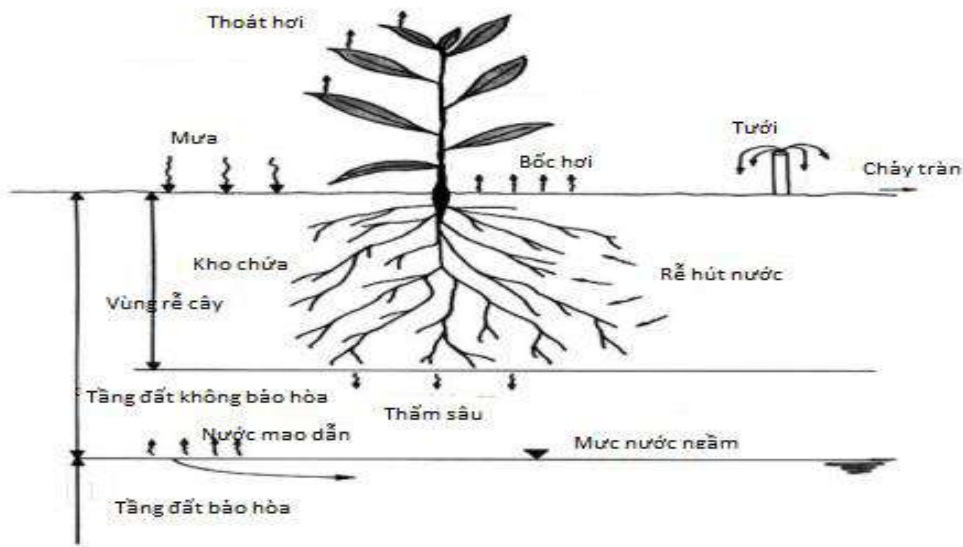
CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT MÔ HÌNH HYDRUS 1D

Trong một hệ thống “đất - cây trồng - khí quyển” trong đó có sự liên kết giữa nước trong đất, chất hòa tan (muối), nước ngầm nông và cây trồng trên ruộng rất phức tạp với tác động bởi mưa, bốc thoát hơi và nước tưới (Hình 2.1). Việc đánh giá sự tương tác của các yếu tố này thông qua đo đạc thực địa là rất khó khăn và tốn nhiều công sức. Ngoài ra, biến động của chất tan thường rất nhỏ và không dễ phát hiện trong một mùa sinh trưởng. Vì vậy các mô hình mô phỏng sự chuyển động của nước trong đất, vận chuyển chất tan và sự hấp thụ nước của cây trồng sẽ cung cấp thêm các thông tin mà không thể thực hiện từ các đo đạc ở hiện trường.

Từ những năm 1970, nhiều giải pháp số đã được phát triển để mô tả vận chuyển nước và chất tan (P. Forchheimer, 1930) [106], (P. Grathwohl, 1998) [107]. Hầu hết các mô hình này dựa trên các lời giải cho phương trình Richards về dòng chảy và phương trình phân tán đối lưu để vận chuyển chất tan. Tuy nhiên, dự đoán của các mô hình này dựa trên phép đo các đặc tính thủy lực của đất, trong khi rất khó để đo các đặc tính thủy lực ở quy mô ô thửa. Nhiều nghiên cứu đã cho thấy trong phòng thí nghiệm có thể đo các thông số thủy lực hoặc tính toán các thông số này từ các hàm chuyển đổi dữ liệu có sẵn, kết hợp với các thuật toán tối ưu hóa là một cách tiếp cận hiệu quả để cải thiện việc mô tả các thông số của hàm thủy lực không bão hòa.

Trong nghiên cứu này, mô hình Hydrus-1D đã được dùng mô phỏng dòng chảy trong đất và vận chuyển chất tan (muối) trong đất không bão hòa và bão hòa với các loại canh tác khác nhau trên mặt ruộng. Mục tiêu là: **(i)** để mô tả sự tương tác giữa nước trong đất, muối và ảnh hưởng của chúng đối với sự hấp thụ của các loại cây trồng theo các mô hình sử dụng đất khác nhau, và **(ii)** các xu thế độ mặn theo thời gian theo các hình thức canh tác khác nhau.



Hình 2-1. Sơ họa các dòng chảy trong đất

2.1.1. Module dòng chảy nước dưới đất (NDD)

Dòng chảy NDD một chiều (đồng nhất và cân bằng) được xác định theo phương trình Richards như sau [89]:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K \left(\frac{\partial h}{\partial x} + \cos \alpha \right) \right] - S \quad (2.1)$$

Trong đó: h : cột nước (m); θ : độ ẩm (m^3/m^3); t : thời gian (phút); x : tọa độ không gian (mang dấu dương khi hướng lên); S : lưu lượng thêm vào/mất đi trên một đơn vị thể tích (sink/ source term) ($\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{phút}$); α : góc được tạo bởi dòng chảy NDD và trục thẳng đứng ($\alpha=0^\circ$ đối với dòng chảy thẳng đứng, 90° - dòng chảy ngang, và $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ - dòng chảy nghiêng); K : hệ số thấm không bão hòa (m/phút).

Việc giải phương trình (2.1) được thực hiện khi các điều kiện đầu và điều kiện biên cũng như mối quan hệ thủy lực giữa hệ số thấm $K(h)$ và độ ẩm $\theta(h)$ theo chiều cao cột nước được xác định cụ thể. Do việc xác định độ ẩm liên quan trực tiếp đến cấu tạo và kết cấu đất, và gián tiếp liên quan đến sự phân bố kích thước lỗ rỗng nên biểu thức độ ẩm $\theta(h)$, hệ số nhả nước theo chiều cao cột nước $S_e(h)$ và biểu thức hệ số thấm $K(h)$ sử dụng trong nghiên cứu được mô tả theo phương trình Van Genuchten (Maas, E.V. & Hoffman, G.J, 1977) [97]:

$$\theta(h) = \begin{cases} \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + |\alpha h|^n]^m} & h < 0 \\ \theta_s & h \geq 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

$$S_e(h) = \frac{\theta(h) - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} = \frac{1}{[1 + |\alpha h|^n]^m} \quad (2.3)$$

$$K(h) = K_{sat} S_e^l [1 - (1 - S_e^{1/m})^m]^2 \text{ với } m = 1 - 1/n \quad n > 1 \quad (2.4)$$

Trong đó: θ_r và θ_s : độ ẩm tự nhiên và độ bão hòa (m^3/m^3); K_{sat} : hệ số thấm bão hòa (m/phút); α : hệ số rỗng (không thứ nguyên); n : chỉ số phân bố kích thước lỗ rỗng; l : thông số kết nối lỗ rỗng được giả định bằng 0.5 - giá trị trung bình cho nhiều loại đất.

Bảng 2.1 trình bày các bước xác định độ ẩm θ và cột nước h cho mỗi lần tăng (dt) và (dx). Sự cân bằng nước được tính toán ở cuối các lần lặp, để đảm bảo các giá trị đầu vào, đầu ra trong phương trình Van Genuchten và độ ẩm theo thể tích trong môi trường nước-đất cân bằng.

Bảng 2-1. Các bước xác định giá trị θ và h

Bước	Số liệu đầu vào	Phương trình mô tả	Kết quả đầu ra
Cột nước (h) tại x , t			
1	(Điều kiện đầu và điều kiện biên)	(2.1)	θ
2	Độ ẩm θ	(2.2)	S_e
3	S_e , K_{sat}	(2.3)	$K(h)$
4	$K(h)$, h	(2.4)	h tại $(x+1)$, $(t+1)$

Lời giải của phương trình (2.1) là (dh/dx) và độ ẩm θ tại mỗi dx trên mặt cắt đất. Thay dh/dx vào định luật Darcy, lưu lượng Darcy (q) theo phương trình sau:

$$q_i = -K \frac{dh}{dx} \quad (2.6)$$

Khi đó, vận tốc nước qua lỗ rỗng được xác định:

$$v_i = \frac{q_i}{\theta} = -\frac{K}{\theta} \frac{dh}{dx} \quad (2.7)$$

Kết hợp phương trình (2.6), (2.7) tại mỗi bước dx và dt trong phương trình (2.1) sẽ ước tính được sự lan truyền chất tan theo quá trình đối lưu - phân tán chất hòa tan.

2.1.2. Module lan truyền chất

Trong Hydrus 1D, quá trình lan truyền chất tan dưới các điều kiện bão hòa khác nhau được xác định theo phương trình (M.J. Hendry and G.D. Buckland, 1990) [96]:

$$\theta \frac{\partial C}{\partial t} + \rho \frac{\partial \overline{C}_s}{\partial t} = \theta D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \frac{\partial qC}{\partial x} - \Phi \quad (2.8)$$

Trong đó: Φ : thông số tính cho các dạng phản ứng khác nhau; D : hệ số phân tán được xác định theo công thức sau:

$$D = \lambda |v| \quad (2.9)$$

Với λ : độ phân tán dọc; v : vận tốc nước qua lỗ rỗng trung bình.

Mối quan hệ giữa nồng độ chất hòa tan và nồng độ chất hòa tan bị hấp phụ được Hydrus 1D mô tả theo dạng tổng quát của đường đẳng nhiệt hấp thụ và được thể hiện qua một trong dạng phương trình: Freundlich, Langmuir, Linear, Freundlich-Langmuir hỗn hợp. Trong đó, dạng hấp phụ tuyến tính được mô tả đại diện chung như sau:

$$\overline{C}_s = K_d C \quad (2.10)$$

Với K_d : hệ số phân vùng hấp phụ.

Để tìm lời giải cho phương trình (2.8), Hydrus 1D sử dụng các phương pháp phần tử hữu hạn để giải các phương trình vi phân trong không gian, và sai phân hữu hạn để tích hợp các phương trình vi phân theo thời gian. Các phương pháp giải này cung cấp các giải pháp số ổn định để xử lý các điều kiện biên phụ thuộc thời gian và các điều kiện bão hòa khác nhau.

- Các mô hình dòng chảy NDĐ và lan truyền chất truyền thống thường được xây dựng trên cơ sở mô tả dòng chảy và sự lan truyền chất đồng nhất và cân bằng trong đất. Trong mô hình truyền thống này, môi trường vật liệu hạt đất có độ rỗng được xem là một tập hợp các hạt đất không thấm nước, được phân cách với nhau bằng các lỗ rỗng hoặc vết nứt - yếu tố giúp dòng chảy và sự lan truyền chất diễn ra.

- Các mô hình không cân bằng bao gồm mô hình không cân bằng vật lý (MH KCB VL) và mô hình không cân bằng hóa học (MH KCB HH).

Đối với việc mô phỏng sự lan truyền chất hòa tan (muối) trong các ô ruộng thực nghiệm bên cạnh mô hình lan truyền cân bằng, Hydrus 1D cung cấp chức năng kiểm chứng giữa các giá trị nồng độ chất hòa tan thực đo với các mô hình lan truyền không cân bằng vật lý và/hoặc hóa học [97].

MH KCB VL giả định rằng sự hấp phụ luôn luôn diễn ra ở trạng thái cân bằng, nhưng pha lỏng được phân chia thành hai vùng: di động θ_{mo} (mobile region) và bất động θ_{im} (immobile region). Trong đó, sự chuyển đổi chất tại pha lỏng không chuyển động phần lớn xảy ra do sự tác động của sự khuếch tán.

Khác biệt với MH KCB VL, MH KCB HH không giả định sự hấp phụ diễn ra ở trạng thái cân bằng mà ngược lại - là quá trình động. Bởi để quá trình hấp phụ tiến đến trạng thái cân bằng giữa nồng độ trong pha lỏng và pha rắn thì cần trải qua một quãng thời gian nhất định. Sự lan truyền không cân bằng này thường diễn ra khi sự tương tác giữa chất hòa tan và chất hấp phụ xảy ra tương đối chậm so với thời gian ổn định. Bên cạnh đó, pha rắn được xem là hình thành từ các phần tử có năng lực hấp phụ khác nhau. Chính vì vậy mà MH KCB HH giả định rằng có hai vị trí hấp phụ cùng đồng tồn tại: vị trí I - giả định rằng quá trình hấp phụ diễn ra trong sự cân bằng tức thời với nồng độ ở pha lỏng; trong khi vị trí II - có sự hấp phụ động, phụ thuộc vào lưu lượng dòng chảy và thời gian tiếp xúc (D.A. Cameron, A. Klute, 1977) [74], (M. Gorelick, R.A. Freeze, D. Donohue, and J.F. Keely, 1993) [94].

$$\overline{C_s} = \overline{C_{s1}} + \overline{C_{s2}} \quad (2.11)$$

Giả định rằng sự phân hủy chất hòa tan diễn ra không đáng kể hoặc được bỏ qua thì phương trình (3.9) đối với MH KCB HH cho hai vị trí được mô tả như sau:

$$\theta \frac{\partial C}{\partial t} + \rho \frac{\partial \overline{C_{s1}}}{\partial t} + \rho \frac{\partial \overline{C_{s2}}}{\partial t} = \theta D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \frac{\partial qC}{\partial x} - \Phi \quad (2.12)$$

$$\overline{C_{s1}} = FK_d C \quad (2.13)$$

$$\frac{\partial \overline{C_{s2}}}{\partial t} = \alpha \rho [(1-F)K_d C - \overline{C_{s2}}] - \Phi_{s2} \quad (2.14)$$

Trong đó: $\overline{C_{s1}}$ và $\overline{C_{s2}}$: khối lượng chất ô nhiễm bị hấp phụ tương ứng tại vị trí I và II (mg/kg); F : thông số phân vùng hấp phụ (vị trí I ở trạng thái cân bằng); K_d : hệ số

phân vùng hay hệ số hấp phụ tuyến tính, (l/kg hay cm³/g); α : hệ số chuyển đổi chất, (1/h).

2.1.3. Sự hút nước của rễ cây

Tốc độ thoát hơi nước tiềm năng, T_p (L.T⁻¹), được lan truyền trong vùng rễ theo hàm phân bố mật độ rễ được chuẩn hóa, $\beta(z, t)$ (L⁻¹). Sự hấp thu nước của rễ thực tế, S , thu được từ sự hấp thu nước của rễ tiềm năng (nghĩa là thoát hơi nước tiềm năng) S_p , nhân với hàm phản ứng ứng suất $\alpha(h, h_\phi, z, t)$ gồm áp lực nước và thẩm thấu như sau:

$$S(h, h_\phi, z, t) = \alpha(h, h_\phi, z, t) S_p(z, t) = \alpha(h, h_\phi, z, t) \beta(z, t) T_p(t) \quad (2.15)$$

Trong đó hàm phản ứng ứng suất $\alpha(h, h_\phi, z, t)$ là hàm không thứ nguyên của áp lực cột nước (h) và áp lực thẩm thấu (h_ϕ), ($0 \leq \alpha \leq 1$). $S_p(z, t)$ và $S(h, h_\phi, z, t)$ lần lượt là lượng nước và khối lượng nước thực tế được loại bỏ khỏi một đơn vị thể tích đất trên một đơn vị thời gian (L³.L⁻³.T⁻¹). Tốc độ thoát hơi thực tế, T_a (L.T⁻¹), sau đó thu được bằng cách tích hợp phương trình (3.16) trên miền rễ L_R :

$$T_a = \int_{L_R} S(h, h_\phi, z, t) dz = T_p \int_{L_R} \alpha(h, h_\phi, z, t) \beta(z, t) dz \quad (2.16)$$

Giả định rằng ảnh hưởng của nước và độ mặn được nhân với nhau: $\alpha(h, h_\phi) = \alpha(h) \cdot \alpha(h_\phi)$, do đó có thể sử dụng các hàm ứng suất khác nhau. Sự hấp thu nước rễ do áp lực nước được mô tả bằng mô hình được giới thiệu bởi Feddes et al.:

$$\alpha_h = \begin{cases} 0, & h > h_1, h \leq h_4 \\ \frac{h-h_1}{h_2-h_1}, & h_2 < h \leq h_4 \\ 1, & h_3 < h \leq h_2 \\ \frac{h-h_4}{h_3-h_4}, & h_4 < h \leq h_3 \end{cases} \quad (2.17)$$

Trong đó sự hấp thụ nước của rễ được coi là bằng không gần với độ bão hòa (nghĩa là, ẩm ướt hơn so với điểm thiếu khí, h_1). Đối với $h < h_4$ (cột áp lực điểm héo cây), sự hấp thụ nước gốc cũng là ứng suất hoàn toàn. Sự hấp thụ nước gốc được coi là ở tốc độ tiềm năng khi các cột áp lực nằm trong khoảng từ h_2 đến h_3 và khi các giá trị cột áp suất nằm giữa h_1 và h_2 (hoặc h_3 và h_4), sự hấp thụ nước của rễ tăng (hoặc giảm) tuyến tính với h .

Hydrus-1D giả định h_3 là một chức năng của T_p và cho phép người dùng chỉ định hai T_p (T_{p1} và T_{p2}) và h_3 (h_{3-1} và h_{3-2}) khác nhau, tương ứng. Các phương trình tính toán là:

$$h_3 = \begin{cases} h_{3-1} + \frac{(h_{3-2} - h_{3-1})}{(T_{p1} - T_{p2})(T_{p1} - T_p)} & T_{p2} < T_p < T_{p1} \\ h_{3-2} & T_p < T_{p2} \\ h_{3-1} & T_p > T_{p1} \end{cases} \quad (2.18)$$

Sự hút nước của rễ do ứng suất thẩm thấu được mô tả với hàm S được phát triển bởi Van Genuchten, 1987 [114]:

$$\alpha_\phi = \frac{1}{1 + \left(\frac{h_\phi}{h_{\phi 50}}\right)^p} \quad (2.19)$$

Trong đó p đại diện cho hằng số thực nghiệm. Số mũ p được tìm thấy xấp xỉ 3 khi chỉ áp dụng dữ liệu ứng suất mẫn [89], [90]. Thông số $h_{\phi 50}$ đại diện cho cột áp suất mà tại đó tốc độ rút nước giảm 50% trong điều kiện áp lực nước không đáng kể.

2.1.4. Các điều kiện ban đầu và điều kiện biên

Điều kiện ban đầu: Điều kiện đầu được xây dựng trên cơ sở phụ thuộc vào cơ cấu canh tác trên ruộng là lúa, tằm (có lớp nước h_0 hay độ ẩm θ_0) và nồng độ muối C_0 tại $t = t_0$.

$$h(x, t) = h_i \text{ và } C(x, t) = C_i \quad (2.20)$$

Các điều kiện biên: Điều kiện biên tại $x = L$ được biểu diễn như sau [94]:

$$-K \left(\frac{\partial h}{\partial x} + \cos \alpha \right) = q_{top}(t) \quad (2.21)$$

$$-\theta D \frac{\partial C}{\partial x} + qC = q_{top}(t)C_{top}(t) \quad (2.22)$$

Với q_{top} và C_{top} : lưu lượng dòng chảy và nồng độ chất hòa tan tại $x = L$.

2.1.5. Tối ưu các thông số

Tối ưu hóa thông số là một cách tiếp cận gián tiếp để ước tính các thông số thủy lực của dung dịch đất và thông số lan truyền chất hòa tan trên cơ sở dữ liệu của dòng chảy NĐĐ thoát qua và sự lan truyền chất. Đây là một trong những ưu điểm nổi bật của Hydrus 1D khi xác định được sự tương thích giữa các phương trình Van Genuchten với các số liệu thí nghiệm bằng phương pháp ước tính ngược theo thuật toán Marquardt-Levenberg. Phương pháp ước tính ngược được thực hiện dựa trên việc cực tiểu hàm mục tiêu phù hợp nhằm mục đích giảm sự sai lệch giữa các biến mô phỏng với các biến quan trắc theo không gian-thời gian [98].

Để đạt được mục đích này thì các đặc tính cơ lý - thủy lực của đất được giả định các giá trị ban đầu. Từ đó, sự phản hồi từ hệ thống sẽ thể hiện kết quả thông qua việc tính toán phương trình dòng chảy cộng thêm các hàm tính toán thông số thủy lực, các thông số lan truyền cùng các điều kiện đầu và điều kiện biên. Trong suốt quá trình cực tiểu hàm mục tiêu, việc ước tính tối ưu các thông số ban đầu được thực hiện lặp đi lặp lại đến khi đạt được mức độ chính xác cần thiết.

Trong Hydrus 1D, hàm mục tiêu $\varphi(b)$ được cực tiểu trong suốt quá trình tối ưu hóa thông số được xác định như sau [51]:

$$\varphi(b) = \sum_{j=1}^n v_j \sum_{i=1}^m w_{i,j} [O_i(z, t_i) - E_j(z, t_i, b)]^2 \quad (2.23)$$

Trong đó: m : tổng số lần đo đạc; n : số đo đạc trong từng lần đo cụ thể; $O_i(z, t_i)$: kết quả quan trắc tại thời điểm i cho phép đo thứ j tại vị trí z ; $E_j(z, t_i, b)$: các thông số ước tính tối ưu theo không gian-thời gian tương ứng cho thông số b ; v_j và $w_{i,j}$: các trọng số liên quan đến từng lần đo cụ thể. Trong phạm vi Luận án, $w_{i,j}$ được đặt bằng 1 với giả định các phương sai sai số là giống nhau trong một lần đo đạc cụ thể, còn v_j được tính cho mỗi mô phỏng theo công thức [96]:

$$v_j = \frac{1}{n_j \sigma_j^2} \quad (2.24)$$

Trong đó, giả định rằng v_j là nghịch đảo của với phương sai σ_j^2 trong lần đo thứ j và với số đo n_j .

Thông số b đối với module dòng chảy NĐĐ bao gồm các thông số a , n , θ_r , θ_s , K_s , l , λ và với module lan truyền chất là r_0 , F , K_d , β , η , ω , α .

Trong đó : λ - độ phân tán dọc ; r_0 - khối lượng thể tích tự nhiên ; F (hay $Frac_M$) - thông số vùng hấp phụ ; K_d - hệ số phân vùng hay hệ số đẳng nhiệt hấp phụ ; β - hệ số đẳng nhiệt hấp phụ dạng lũy thừa của Freundlich, khi $\beta = 1$ - sự hấp phụ Freundlich chuyển thành hấp phụ đẳng nhiệt Langmuir và khi $\beta = 1$, $\eta = 0$ - sự hấp phụ đẳng nhiệt tuyến tính ; ω - hệ số tốc độ bậc nhất đối với sự hấp phụ không cân bằng ; α - hệ số chuyển đổi chất giữa hai vùng chất lỏng di động và bất động.

Đối với các mô hình dòng chảy NĐĐ và lan truyền chất cân bằng, hàm mục tiêu được xác định theo các cột nước đo được, độ ẩm, nồng độ dung dịch, hoặc lưu lượng nước/lưu lượng dung dịch thực tế hay lũy tích.

Đối với các MH KCB, do các MH KCB thường bao hàm nhiều thông số khó xác định theo phương pháp thực nghiệm tại phòng thí nghiệm nên phương pháp ước tính thông số nghịch đảo của Hydrus 1D dựa trên các dạng MH KCB khác nhau có thể linh hoạt xác định các thông số không được xác định trước này. Trong quá trình hiệu chỉnh mô hình, các thông số về độ ẩm, cột nước, nồng độ dòng chảy và nồng độ chất hòa tan sẽ được xem xét trong hàm mục tiêu (Bảng 2.2).

Bảng 2-2. Các thông số của các mô hình được xem xét trong hàm mục tiêu

Thông số	Mô tả
Các thông số theo phương trình Van Genuchten	$a, n, \theta_r, \theta_s, K_s, l, \lambda$
Độ ẩm – Cột nước – Hệ số thấm	$\theta - h - K(h)$
Thể tích nước theo mặt cắt cột đất	$\frac{1}{L} \int_{Bottom}^{Top} \theta dz$
Lưu lượng dòng chảy tại điểm đầu vào, đầu ra	q_{top}, q_{bottom}
Các thông số lan truyền chất hòa tan	$r_0, F, K_d, \beta, \eta, \omega, \alpha$
Nồng độ chất hòa tan và dòng chảy	C và $C - \frac{D\theta}{q} \frac{\partial C}{\partial z}$
Tổng khối lượng chất hòa tan (MH CB)	$C(\theta + \rho K_d)$
Tổng khối lượng chất hòa tan (MH KCB HH)	$C(\theta + F\rho K_d) + \rho \overline{C_{S2}}$
Sự hút nước của rễ cây	$S(h, h\varphi, z, t)$

Để đánh giá kết quả tối ưu thông số trong quy trình ước tính ngược, hai thông số thống kê được sử dụng để so sánh trực tiếp giữa các mô hình và để đánh giá sự tương quan tốt nhất của các thông số được tối ưu là hệ số xác định (R^2) và sai số Nash Sutcliffe (NSE). Cụ thể:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N [O_j(z, t_i) - E_j(z, t_i, b)]^2}{\sum_{i=1}^N [O_j(z, t_i) - \overline{O_j}]^2} \quad (2.25)$$

$$NSE = 1.0 - \frac{\sum_{i=1}^N ((O_j(z, t_i) - E_j(z, t_i, b))^2)}{\sum_{i=1}^N (O_j(z, t_i) - \overline{Otb})^2} \quad (2.26)$$

Trong đó: N là tổng số các bước thời gian, $O_j(z, t)$ là số liệu quan trắc và $E_j(z, t, b)$ là số liệu ước tính.

Khi giá trị rất tốt: $0,75 < NSE \leq 1$, tốt $0,65 < NSE < 0,75$, chấp nhận $0,5 < NSE \leq 0,65$, không chấp nhận $NSE \leq 0,5$ và $R^2 > 0.7$ thường biểu thị kết quả ước tích hợp lý giữa các thông số được ước tính tối ưu với số liệu quan trắc.

Chuỗi số liệu về sự thay đổi nồng độ theo thời gian là thông số đầu vào quan trọng cho quy trình ước tính ngược các hệ số lan truyền chất trên mô hình Hydrus 1D, đồng thời có vai trò là bộ số liệu chọn nhằm kiểm định kết quả ước tính thông số lan truyền chất thông qua quy trình tính toán thuận của Hydrus 1D.

2.2. ĐÁNH GIÁ THÍCH NGHI -SỬ DỤNG ĐẤT NÔNG NGHIỆP THEO QUAN ĐIỂM BỀN VỮNG

2.2.1. Khái niệm

Đất đai (Land): là diện tích của bề mặt Trái Đất, bao gồm các thành phần vật lý và môi trường sinh học ảnh hưởng tới sử dụng đất (FAO, 1993) [78]. Đất đai bao gồm có khí hậu, địa hình, đất, thủy văn và thực vật, mở rộng ra những tiềm năng ảnh hưởng tới sử dụng đất (FAO, 1976) [76].

Đánh giá đất đai: là sự đánh giá các đặc tính của đất đai khi sử dụng cho một mục đích sử dụng đặc biệt bao gồm sự thực hiện và thể hiện các thông tin về khảo sát và nghiên cứu dạng địa hình của đất đai, thực vật, khí hậu và những khía cạnh khác của đất đai để xác định và so sánh các loại sử dụng đất đai có triển vọng, được thiết kế và hỗ trợ trong việc quản lý và quy hoạch sử dụng đất đai.

Đơn vị đất đai hay còn gọi là bản đồ đơn vị đất đai (Land Map Unit – LMU): Là những vùng đất ứng với một tập hợp nhiều yếu tố tự nhiên tương đối đồng nhất và có ảnh hưởng trực tiếp khả năng sử dụng đất đai. Các yếu tố môi trường tự nhiên bao gồm môi trường, địa chất, địa hình, địa mạo, thủy văn ...

Đặc tính đất đai (Land Characteristic – LC): Là những đặc tính của đất đai có thể đo đạc hoặc ước lượng được, thường được sử dụng làm phương tiện để mô tả các chất lượng đất đai hoặc để phân biệt giữa đơn vị đất đai có khả năng thích hợp cho sử dụng khác nhau.

Chất lượng đất đai (Land Quality – LQ): Là những thuộc tính phức tạp phản ánh mối quan hệ và tương tác của nhiều đặc tính đất đai. Chất lượng đất đai thường được phân thành ba nhóm: Nhóm theo yêu cầu sinh thái cây trồng, nhóm theo yêu cầu quản trị và nhóm theo yêu cầu bảo tồn.

Loại hình sử dụng đất (Land Utilization type or land use type – LUT): Một loại hình sử dụng đất được mô tả chi tiết hơn loại hình sử dụng đất chính. Một loại hình sử dụng đất có thể là một loại cây trồng hoặc một số loại cây trong một số điều kiện kinh tế, xã hội nhất định. Các thuộc tính của loại hình sử dụng đất bao gồm các thông tin về sản xuất, thị trường tiêu thụ sản phẩm đầu tư, lao động, biện pháp kỹ thuật, yêu cầu về cơ sở hạ tầng, mức thu nhập...

Yêu cầu sử dụng đất (Land Use Requirements- LUR): được mô tả bởi chất lượng đất đai cần thiết cho sản xuất bền vững. Chất lượng đất đai là một thuộc tính phức tạp của đất có ảnh hưởng trực tiếp đến việc sử dụng đất.

Yếu tố hạn chế (Limitation factor): Là chất lượng hoặc đặc tính đất đai có ảnh hưởng bất lợi đến loại hình sử dụng đất nhất định. Chúng thường làm tiêu chuẩn để phân cấp các mức thích nghi.

Hệ thống sử dụng đất (Land Utilization System - LUS): mỗi LUS thực hiện trong một điều kiện tự nhiên cụ thể sẽ yêu cầu biện pháp cải tạo đất khác nhau yêu cầu biện pháp kỹ thuật và yêu cầu đầu tư khác nhau...nghiên cứu toàn bộ những vấn đề đó gọi là hệ thống sử dụng đất.

2.2.2. Đánh giá khả năng thích nghi đất nông nghiệp

Trong đánh giá đất nông nghiệp việc sử dụng cơ sở luận theo FAO vẫn được chọn làm nền tảng tùy theo mục tiêu việc sử dụng các tiến bộ kỹ thuật và thay đổi chỉ tiêu phù hợp với vùng nghiên cứu.

2.2.2.1. Phương pháp đánh giá đất đai của FAO

- **Nguyên tắc cơ bản trong đánh giá đất đai của FAO**

Phương pháp đánh giá đất của FAO đã đề ra 06 nguyên tắc cơ bản trong đánh giá đất đai: (i) Khả năng thích hợp được đánh giá và phân cấp cho loại hình sử dụng đất; (ii) Có sự so sánh giữa thu nhập và đầu tư cần thiết trên các loại đất khác nhau; (iii) có kết hợp đa ngành trong đánh giá đất đai; (iv) Cần xem xét các yếu tố tự nhiên, kinh tế, xã hội; (v) Dựa trên cơ sở bền vững; (vi) so sánh hai hoặc nhiều kiểu sử dụng đất khác nhau.

Theo những nguyên tắc trên thì đánh giá đất đai là xác định các mức thích hợp của vùng đất cho các mục tiêu xác định, không chỉ đánh giá đơn thuần về mặt tự nhiên mà phải phân tích cả về mặt kinh tế - xã hội và tác động môi trường. Vì vậy, những thông tin từ đánh giá đất đai là cơ sở rất quan trọng để bố trí định hướng sử dụng tài nguyên đất.

- **Nội dung và tiến trình công tác đánh giá đất đai theo FAO**

Tiến trình đánh giá đất đai được chia thành 3 giai đoạn: (1) Giai đoạn chuẩn bị, (2) Giai đoạn điều tra thực tế, (3) Giai đoạn xử lý các số liệu và báo cáo kết quả.

Trong mỗi giai đoạn có 3 nhóm công việc riêng biệt:

- Nhóm công việc liên quan đến sử dụng đất: Điều tra, đánh giá hiện trạng sử dụng đất, nghiên cứu các loại hình và hệ thống sử dụng đất, đánh giá hiệu quả kinh tế và tác động môi trường của các hệ thống sử dụng đất, lựa chọn các hệ thống sử dụng đất và loại hình sử dụng đất có triển vọng để đánh giá.

- Nhóm công việc liên quan đến đất đai: Nghiên cứu các điều kiện tự nhiên có liên quan đến sử dụng đất (khí hậu, đất, nước, địa hình địa mạo, thực vật,...), lựa chọn và phân cấp các chỉ tiêu cho bản đồ đất đai, khoanh định các đơn vị đất đai phục vụ cho việc đánh giá.

- Nhóm công việc liên quan đến đất đai và sử dụng đất: So sánh và kết hợp giữa yêu cầu sử dụng đất với chất lượng đất đai để phân định các mức độ thích hợp của các đơn vị đất đai cho từng loại hình sử dụng đất.

Các bước thực hiện đánh giá đất đai theo FAO cụ thể như sau:

- (1) Thảo luận ban đầu về nội dung, phương pháp; lập kế hoạch; phân loại và xác định các nguồn tài liệu có liên quan, từ đó lập kế hoạch nghiên cứu.

- (2) Thu thập và kế thừa các tài liệu chuyên ngành có liên quan đến đất và sử dụng đất như: khí hậu, địa chất, địa hình địa mạo, thổ nhưỡng và các số liệu thống kê về hiện trạng sử dụng đất.

- (3) Điều tra thực địa hiện trạng sử dụng đất và hiệu quả sản xuất của các loại hình sử dụng đất nhằm mục đích lựa chọn loại hình sử dụng đất có triển vọng, phù hợp với mục tiêu phát triển, điều kiện sinh thái và bối cảnh kinh tế-xã hội của vùng nghiên cứu.

- (4) Trên cơ sở nghiên cứu các yếu tố môi trường tự nhiên liên quan đến sản xuất nông nghiệp để phân lập và xác định chất lượng hoặc tính chất đất đai (LQ/LC) có ảnh

hưởng mạnh mẽ đến sử dụng đất. Tiến hành khoanh định các đơn vị đất đai trên bản đồ (Land Mapping Units).

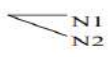
(5) Căn cứ trên yêu cầu sinh thái của cây trồng và đặc điểm của môi trường tự nhiên để xác định các yêu cầu về đất đai (LUR) của các loại hình sử dụng đất được đánh giá.

(6) So sánh giữa sử dụng đất (land use) và tài nguyên đất đai (land resources), trong đó đối chiếu giữa LQ/LC và LUR của các loại hình sử dụng đất để xác định các mức thích hợp đất đai cho các loại hình sử dụng đất được chọn.

(7) Dựa trên kết quả đánh giá thích hợp đất đai để đề xuất bố trí sử dụng đất.

• **Cấu trúc phân loại khả năng thích nghi đất đai (FAO, 1976)**

Bảng 2-3. Cấu trúc phân loại khả năng thích nghi đất đai

Phân loại (Category)			
Bộ (Order)	Lớp (Class)	Lớp phụ (Sub-class)	Đơn vị (Unit)
Thích nghi (S)			
			
Không thích nghi (N)			
			

(*) Yếu tố hạn chế: (Sl: Độ dốc; De: Độ dày tầng đất mặt; Ir: Khả năng tưới).

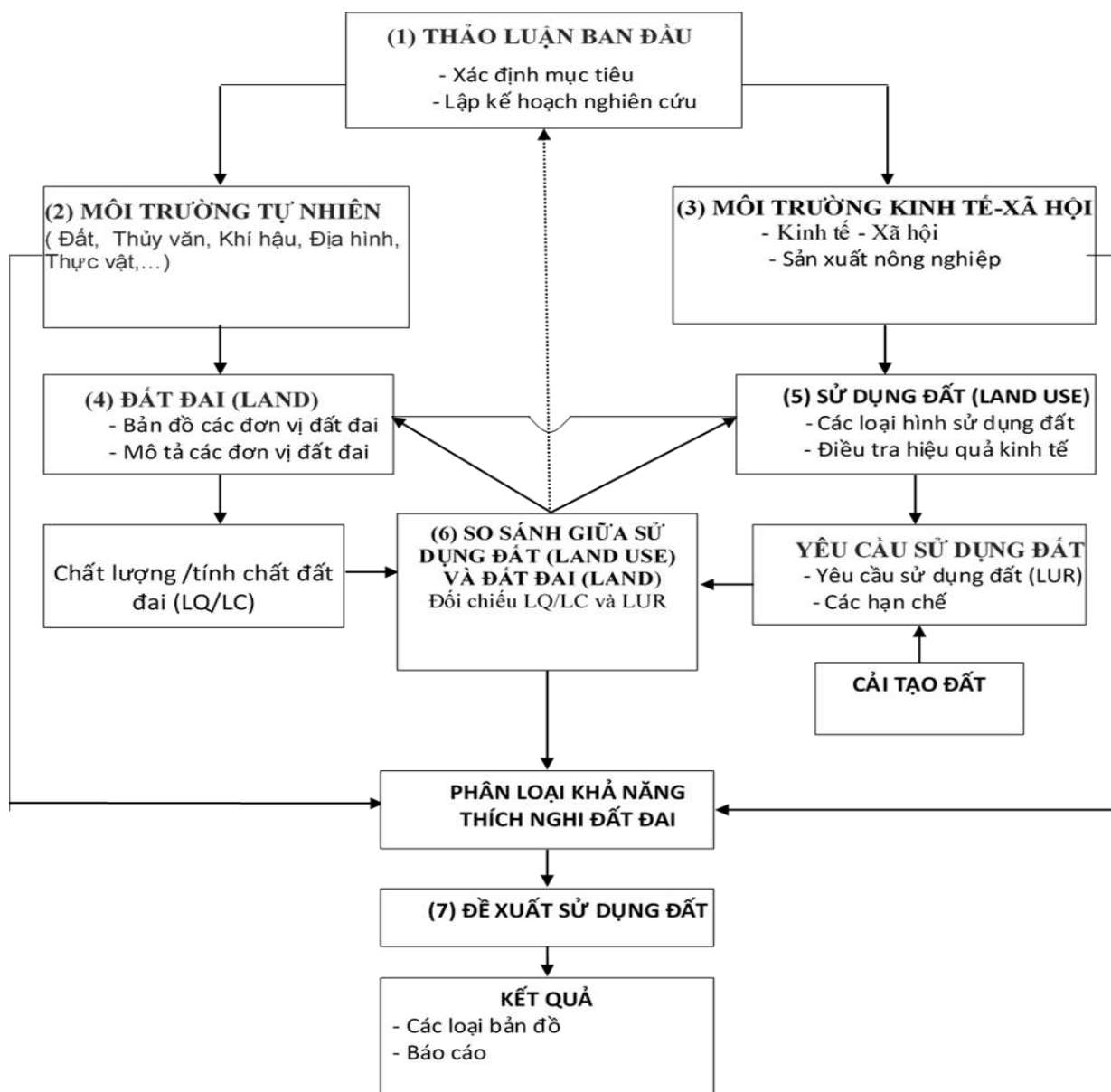
(**) Yếu tố hạn chế trong cùng 1 lớp phụ, phản ánh sự khác biệt về mặt quản trị.

Cấu trúc tổng quát của phân loại khả năng thích nghi đất đai gồm 04 cấp:

Bộ (order): phản ánh các loại thích nghi. Trong bộ phân ra làm 2 mức: thích nghi (S) và không thích nghi (N); Bộ thích nghi đất đai S được chia làm 3 lớp: S1 (thích nghi cao), S2 (thích nghi trung bình), S3 (thích nghi kém). Bộ không thích nghi đất đai N được chia làm 2 lớp: N1 (không thích nghi hiện tại) và N2 (không thích nghi vĩnh viễn).

Lớp (class): phản ánh mức độ thích nghi của bộ; lớp phụ (sub-class): phản ánh những giới hạn cụ thể của từng đơn vị đất đai với từng loại hình sử dụng đất. Những yếu tố này tạo ra sự khác biệt giữa các dạng thích nghi trong cùng một lớp;

Đơn vị (unit): phản ánh những sự khác biệt về yêu cầu quản trị của các dạng thích nghi trong cùng một lớp phụ.



Sơ đồ 2-1. Các bước tiến hành đánh giá đất đai theo FAO (FAO, 1976, 1985 và 2006)
[76] [77] [78] [79] [80] [82]

- **Phương pháp xác định khả năng thích nghi**

Sau khi đã xác lập các đơn vị đất đai và lựa chọn các loại hình sử dụng đất có triển vọng để đánh giá, bước kế tiếp trong tiến trình đánh giá đất đai là quá trình kết hợp, so sánh giữa LQ/LC với LUR của loại hình sử dụng đất (LUT). Kết quả của quá trình này là xác định các mức thích nghi của từng LUT trên từng đơn vị đất đai.

Phương pháp kết hợp giữa LQ/LC và LUR theo đề nghị của FAO có các cách đổi chiều sau:

(i) Phương pháp điều kiện hạn chế

Tổng hợp thích nghi đất đai cho diện tích cho từng LUT được lựa chọn từ việc hạn chế nhất chất lượng đất đai. “Luật tối thiểu” của The Liebig’s được định nghĩa các mức độ nghiêm trọng chất lượng đất đai theo tiêu chuẩn của việc làm giảm năng suất sản xuất. Trong các nghiên cứu thực tế của FAO, S1 tượng trưng cho sản lượng tối thiểu từ 80-100%, S2 từ 40-80% và S3/N1 từ 20-40%. Tổng hợp thích nghi đất đai sẽ chính xác nếu các yếu tố sản lượng không tương tác. Tuy nhiên, một số yếu tố tự nhiên không ảnh hưởng đến năng suất lại làm khó khăn cho công tác quản lý.

(ii) Phương pháp toán học

Phương pháp này dựa vào các công thức toán học (cộng, trừ, nhân, chia) bằng cách tính các điểm, hệ số, thứ bậc điểm số... tính theo điểm hay phần trăm và qui đổi hệ số và mức điểm. Ví dụ, công thức (2.27) sau đây có thể được sử dụng:

$$S1+S2+S3=S \quad (2.27)$$

Một số phương pháp kết hợp là phương pháp chủ động có quan tâm đến diễn tiến của kinh tế

(iii) Phương pháp chuyên gia

Trong việc lựa chọn các tiêu chí và quan điểm khoa học về thổ nhưỡng, cây trồng, lâm nông tri điền, nhà quản lý...chuyên gia thường đóng vai trò vô cùng quan trọng giúp đưa ra các cơ sở phù hợp trong lựa chọn tiêu chí, mức độ đánh giá khá chính xác. Mức độ thích nghi được xác định vào ý kiến chiếm đa số của các nhóm chuyên gia.

(iv) Phương pháp kết hợp xem xét về kinh tế.

Cách thức này thực hiện khá hiệu quả khi kết hợp GIS với các qui định của địa phương được thực hiện do Eastman, et.al (1993), Pereira and Duckstein (1993) [75]. Phương pháp kết hợp trọng số tuyến tính được dùng để liên kết các chỉ tiêu và đánh giá chỉ số thích nghi theo công thức (2.28):

$$S = \sum (w_i x_i) * \prod c_j \quad (2.28)$$

Trong đó S : điểm số thích nghi, w_i = trọng số của yếu tố i , x_i = điểm chỉ tiêu yếu tố i criterion score of factor i , c_j = điểm chỉ tiêu (0 or 1.0) của những hạn chế j , $\prod$ = hàm sản xuất

Một quyết định là sự chọn lựa các lựa chọn có thể đại diện các hình thức, giả thuyết, phân bố đất đai khác nhau và nhiều tiêu chí. Tác động của con người tham gia trong đánh giá giá khi lựa chọn thay thế dựa trên các tiêu chí liên quan. Điều này có thể liên quan đến các trọng số khác nhau áp dụng cho các yếu tố khác nhau có liên quan.

Thích nghi đất đai sẽ phân theo sự phát triển các chỉ tiêu của từng LUT. Chỉ tiêu được thiết lập bởi các yếu tố và hạn chế. Yếu tố là một tiêu chí dẫn đến sự hay làm giảm đi sự thích nghi của sự lựa chọn cụ thể đối với các hoạt động dưới sự xem xét và đo lường theo mức độ liên tục.

Một hạn chế nhằm hạn chế những lựa chọn dưới sự xem xét các đối tượng như đối tượng thủy văn, nhà ở, đường... Trọng số cho từng đối tượng sẽ được quyết định bởi kỹ thuật Satty sử dụng các thông tin từ các tài liệu tham khảo, quan điểm chuyên gia và phỏng vấn nông hộ (Eastman et al., 1993) [75].

Xác định các yếu tố đầu vào và đầu ra của các kiểu sử dụng đất đai. Có ảnh hưởng tích cực đến hiệu quả sử dụng đất đai

Có một số cách kết hợp các yếu tố đơn tính trong cách thức là tối ưu, tối thiểu, cấp số nhân, làm mờ... và cách thức làm chuyển đổi dần giữa các thành phần có và không theo mức độ xác lập tính chất được cho bởi điểm mờ của thành phần (được gọi là có khả năng) trong khoảng từ 0 đến 1, được chỉ định thành chuỗi liên tục tăng dần từ không có thành phần đến thành phần hoàn chỉnh. Có thể tìm thấy 4 kiểu hàm thành phần điểm mờ là Sigmoidal, J-Shaped, tuyến tính và định nghĩa theo người dung.

Hiện nay ở Việt Nam thường áp dụng theo phương pháp kết hợp theo điều kiện hạn chế. Để khắc phục các hạn chế của phương pháp này khi thực hiện đánh giá đất nên đồng thời áp dụng phương pháp chuyên gia, thảo luận kỹ càng giữa các chuyên gia và người sử dụng đất. Đồng thời cần xem xét thêm vấn đề kinh tế xã hội và môi trường để điều chỉnh mức độ thích nghi cho phù hợp thực tế.

2.2.2.2. Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) trong đánh giá thích nghi

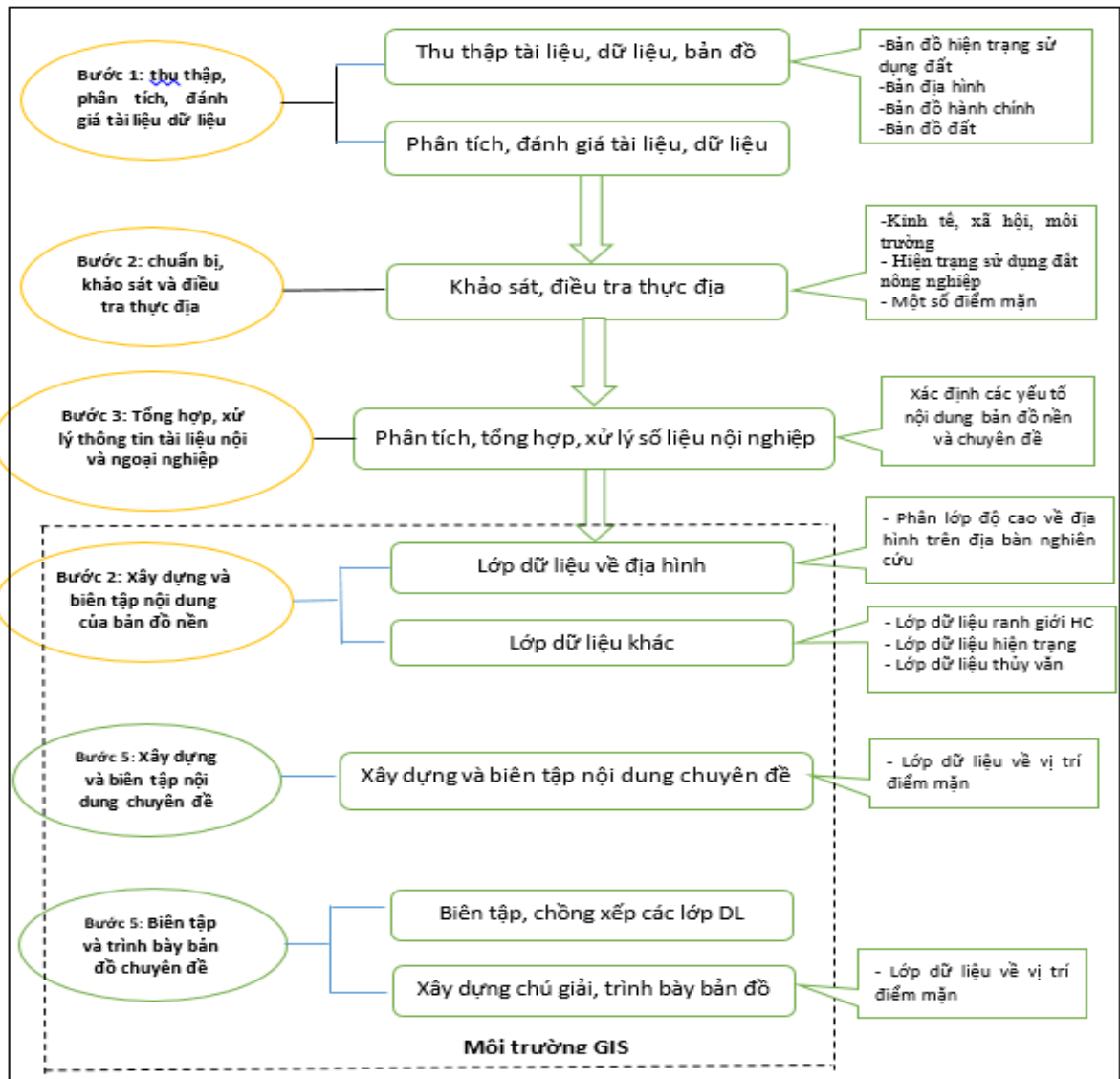
Hệ thống thông tin địa lý (GIS) đã bắt đầu xuất hiện vào cuối năm 1960 và đến nay đã phát triển hoàn chỉnh với khả năng thu nhận, lưu trữ, truy vấn, xử lý, phân tích và cung cấp thông tin cần thiết để hỗ trợ quá trình lập quyết định trong nhiều lĩnh vực khác nhau, đặc biệt là trong lĩnh vực đánh giá đất đai phục vụ cho sản xuất nông lâm nghiệp... (Nguyễn Kim Lợi, Nguyễn Thế Tuấn) [30]. GIS đã được ứng dụng rộng rãi trong việc xây dựng các lớp thông tin chuyên đề: thổ nhưỡng, sử dụng đất, thủy

lợi...phục vụ cho nghiên cứu tài nguyên đất và quy hoạch sử dụng đất.

Hiện nay hầu hết các nghiên cứu về đánh giá đất đai ở nước ta đều ứng dụng GIS, bước đầu vận dụng có hiệu quả các tiện ích có sẵn của GIS. Tuy nhiên ứng dụng GIS chỉ dừng lại ở mức xây dựng bản đồ đơn vị đất đai và biểu diễn kết quả đánh giá thích nghi. Các công đoạn đối chiếu giữa chất lượng hoặc tính chất đất đai (LQ/LC) và yêu cầu sử dụng đất (LUR) của cây trồng còn thực hiện bằng phương pháp cổ điển, sau đó nhập kết quả thích nghi vào GIS để biểu diễn. Các chỉ tiêu về kinh tế (đầu tư, tổng giá trị sản phẩm, lãi, thu nhập...) của các loại hình sử dụng đất cũng được xử lý riêng bên ngoài. Do đó việc tự động hóa công đoạn đối chiếu giữa LQ/LC và LUR và tự động tính toán hiệu quả kinh tế các loại hình sử dụng đất đã được hỗ trợ bởi các kỹ thuật đánh giá đa chỉ tiêu (MCE) và tính trọng số WC (Weighting Combination).

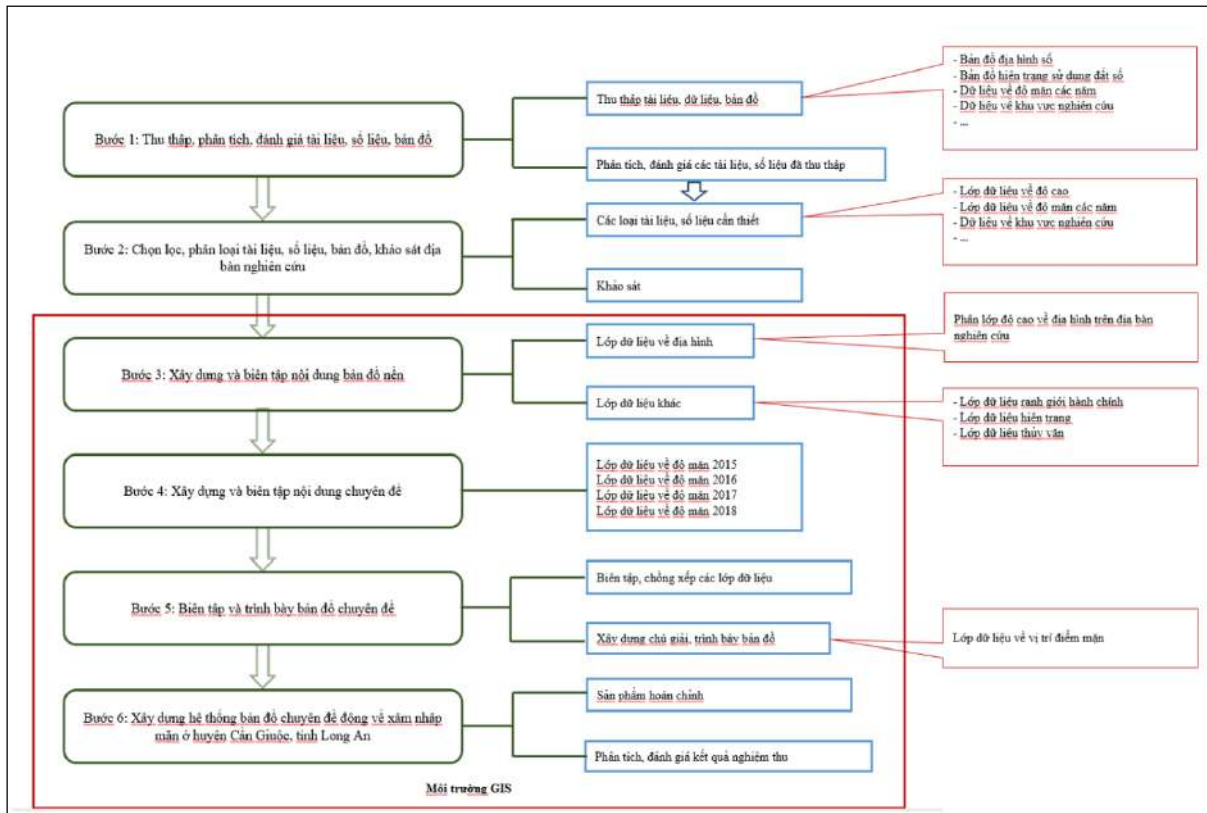
Việc ứng dụng GIS trong các phân tích và tích hợp dữ liệu không gian, thuộc tính các lớp dữ liệu đơn tính phục vụ xây dựng các bộ bản đồ chuyên đề (hiện trạng, thổ nhưỡng, mặn, điều kiện tưới, độ cao...) cho đánh giá thích nghi đất đai trở nên vô cùng quan trọng và hữu hiệu (Sơ đồ 2.2). Công cụ này hỗ trợ thể hiện các kết quả khá khoa học và có tính trực quan cao cho các nhân tố tác động đến các loại hình sử dụng đất và tích hợp các cơ sở đưa ra quyết định sử dụng đất tối ưu.

Tận dụng ưu thế phát triển của công nghệ GIS tích hợp nhiều lớp dữ liệu cùng một lúc được trình bày thông qua một giao diện duy nhất hoặc được thành lập bằng một chương trình phần mềm hay còn gọi là bản đồ động dùng trong các khám phá dữ liệu không gian thông qua sự tương tác và diễn biến là một thành phần quan trọng trong khai thác dữ liệu giúp có thể hình dung chiều hướng phát triển một sự kiện, hiện tượng nào đó mà nếu để riêng các bản đồ ra chúng ta khó có thể hình dung được.



Sơ đồ 2-2. Quy trình xây dựng bản đồ chuyên đề đất nhiễm mặn

Trong nghiên cứu này cũng tận dụng ưu thế của bản đồ động để mô phỏng biến động không gian ranh giới xâm nhập giữa nước ngọt và nước mặn. Công cụ Time Slider trong ARCGIS cho bản đồ chuyên đề được chồng các lớp dữ liệu về độ mặn qua các năm để tạo thành bản đồ động diễn biến (Temporal Cartographic Animation) mặn theo thời gian. Kết hợp phần mềm Macromedia Flash, phần mềm có thể vẽ vector, thực hiện tương tác và hiển thị kết quả có liên kết. Kết quả cho thấy hiện tượng mặn thay đổi dần dần theo thời gian và giúp thể hiện nhiều hiển thị và phân tích diễn thế mặn. Lớp dữ liệu độ mặn chạy Time Slide được chọn có thể là các năm liên tiếp (Sơ đồ 2.3).



Sơ đồ 2-3. Quy trình xây dựng hệ thống bản đồ động về XNM huyện Cần Giuộc

KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

Việc sử dụng đất đối với cho các loại hình nông nghiệp cụ thể trên một địa bàn cần thiết phải đánh giá thích nghi để làm cơ sở các quyết định sử dụng hiệu quả, thích hợp tối ưu các mục tiêu sử dụng hiện tại và tương lai. Đánh giá thích nghi tự nhiên thường dựa vào đặc điểm và tính chất tự nhiên của thổ nhưỡng, sinh thái và yêu cầu của loại hình cây trồng vật nuôi ở điều kiện tốt nhất các tiêu chí giữa chất lượng đất và yêu cầu sử dụng trên nền hiện trạng để có được mức độ thích nghi. Để có thể đảm bảo góc độ lý thuyết khoa học của cơ sở luận của FAO kết hợp thực tiễn việc cho phép linh động lựa chọn tiêu chí theo đặc điểm hạn chế của khu vực đánh giá là cần thiết. Trong khi việc sử dụng đất thực tế thường phụ thuộc nhiều vào các nhóm yếu tố kinh tế, xã hội trong khi đó nhóm yếu tố này thường không lâu dài và dễ thay đổi. Do vậy, đánh giá đa tiêu chí là lựa chọn hàng đầu trong nghiên cứu đảm bảo tính khoa học, sự cân đối và bền vững cho kết quả đánh giá. Tùy từng giai đoạn, mục tiêu tối ưu trong việc sử dụng đất sẽ được cân nhắc và xem xét tăng hay giảm mức độ phù hợp với mục tiêu phát triển của nền nông nghiệp, kinh tế xã hội của địa phương. Nghiên cứu các yếu tố môi trường tự nhiên liên quan đến sản xuất nông nghiệp giúp phân lập và xác định chất lượng hoặc tính chất đất đai (LQ/LC) có ảnh hưởng mạnh mẽ đến sử dụng đất: quan tâm đến các

yếu tố tác động nhiều nhất của vùng nghiên cứu (mặn)...từ kết quả đánh giá và kiểm chứng mặn thực nghiệm.

Ứng dụng GIS và các kỹ thuật liên quan (WLC, MCE) đã hỗ trợ rất hiệu quả, hiện đại trong việc phân tích và tích hợp các tiêu chí, mục tiêu sử dụng đất nông nghiệp trên cả không gian và dữ liệu thuộc tính của hàng loạt các thông tin, dữ liệu nền, trung gian và chuyên đề trong đánh giá đất đai và phân bố sử dụng đất nông nghiệp hợp lý và bền vững trong bối cảnh thay đổi khí hậu và nước biển dâng của vùng nghiên cứu.

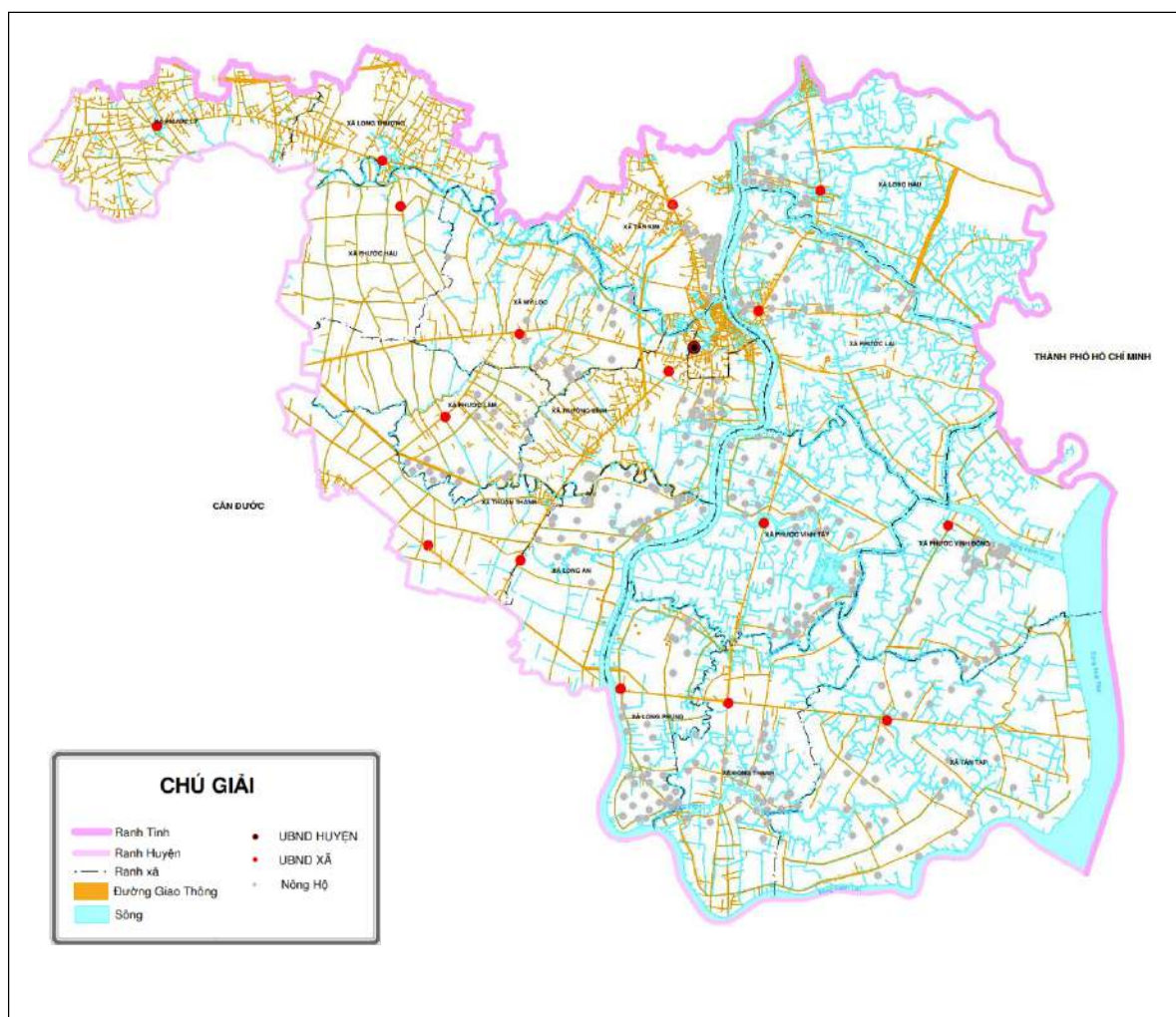
Mô hình Hydrus – 1D có khả năng mô phỏng quá trình truyền ẩm và sự di chuyển các chất hòa tan trong không gian một chiều với một số điều kiện biên khác nhau đặc biệt đối với các mô hình canh tác cây trồng và vật nuôi trên mặt ruộng, trong việc tính toán các tham số và các biến có liên quan đến nhu cầu của tầng canh tác, các tác động của các yếu tố khí hậu bên trên và tầng nước ngầm bên dưới. Trong các mô hình canh tác nông nghiệp luôn gắn liền với nhu cầu sử dụng nước và các chất ảnh hưởng đến sinh trưởng cây trồng trong đó mặn là yếu tố quan trọng. Đất bị nhiễm mặn phải được xem xét ở độ mặn tích tụ trong đất có thể được thể hiện trong mô hình mô phỏng của nghiên cứu này.

Các kết quả của việc vận dụng lý thuyết là cơ sở cho tất cả các đề xuất sử dụng đất nông nghiệp trong bối cảnh biến đổi khí hậu và áp lực phát triển vùng chịu tác động đô thị hóa cao như huyện Cần Giuộc.

CHƯƠNG 3 KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. KẾT QUẢ ĐIỀU TRA, ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA MẶN VỚI HIỆN TRẠNG CANH TÁC

Kết quả điều tra phỏng vấn 205 hộ dân trong vùng nghiên cứu bằng phiếu (Phụ lục 2) các xã bị ảnh hưởng của xâm nhập mặn trên địa bàn Huyện Cần Giuộc cho thấy trong khu vực bị ảnh hưởng của xâm nhập mặn nhiều trong đó tỷ trọng hộ điều tra là 20.5% hộ trồng lúa, 32.2% hộ nuôi trồng thủy sản, 7.3% hộ nông dân kết hợp trồng lúa và nuôi trồng thủy sản, còn 65 hộ để hoang (31.7 %) hộ điều tra. Đối với diện tích để hoang có 13 hộ trước sử dụng cho trồng lúa, 50 hộ sử dụng NTS và 2 hộ sử dụng lúa+NTS và đã ngừng sử dụng 2 vụ. (Bảng 3.1)



Hình 3-1. Sơ đồ vị trí điều tra nông hộ

Bảng 3-1. Số lượng và phân bố phiếu điều tra nông hộ theo các LUT tại các xã

Đvt : hộ

Loại hình canh tác(*) ĐVHC	LUC	LUC + NTS	NTS	BHK	CLN	Để hoang	Tổng
Xã Tân Tập	6	5	15	1		5 (LUC)+10 (NTS)	42
Xã Long Hậu	4	3	9		1	1(LUC)+6 (NTS)	24
Xã Long Phụng	7	5	2	2	1	3(LUC) + 2(LUC_NTS) + 7(NTS)	29
Xã Phước Lại	4		9	1		4 (NTS)	18
Xã Phước Vĩnh Đông			10			9(NTS)	19
Xã Tân Kim	10	2		7			19
Xã Phước Vĩnh Tây	5		10	3	1	1(LUC)+9 (NTS)	29
Xã Đông Thạnh	6		11			3(LUC)+5(NTS)	25
TỔNG	42	15	66	14	3	65	205

(*) mã phân loại theo mã hiện trạng sử dụng đất TT28/BTNMT

(**) LUC: đất lúa, NTS: nuôi trồng thủy sản, BHK: cây hàng năm khác, CLN: cây lâu năm

Tổng hợp thông tin, ý kiến của các lão nông tri điền và cơ quan quản lý nông nghiệp địa phương cho thấy quá trình xâm nhập mặn sâu vào nội địa hiện nay làm ảnh hưởng đến môi trường và sinh thái nông nghiệp là khá rõ. Các loại hình sử dụng đất nông nghiệp dần kém năng suất, đặc biệt là lúa ở xã Tân Kim, Long Phụng, Đông Thạnh, Trường Bình do mặn, năng suất các khu vực nhiễm mặn như ấp Trị Yên, xã Tân Kim, ấp Tân Tập 1, xã Tân Tập hầu hết các hộ trồng lúa đều đã để hoang 2 đến 3 năm do năng suất chỉ đạt 50% và thậm chí mất trắng. Các loại hình rau màu ổn định do nằm trong khu vực đê bao của các xã vùng thượng, có khoảng 4 ha diện tích rau xã Trường Bình,

Mỹ Lộc gần các nơi lấy nước tưới từ kênh vào mùa nắng bị thiệt hại do người dân dùng nước mặn ở kênh tưới vào mùa kiệt năm 2016.

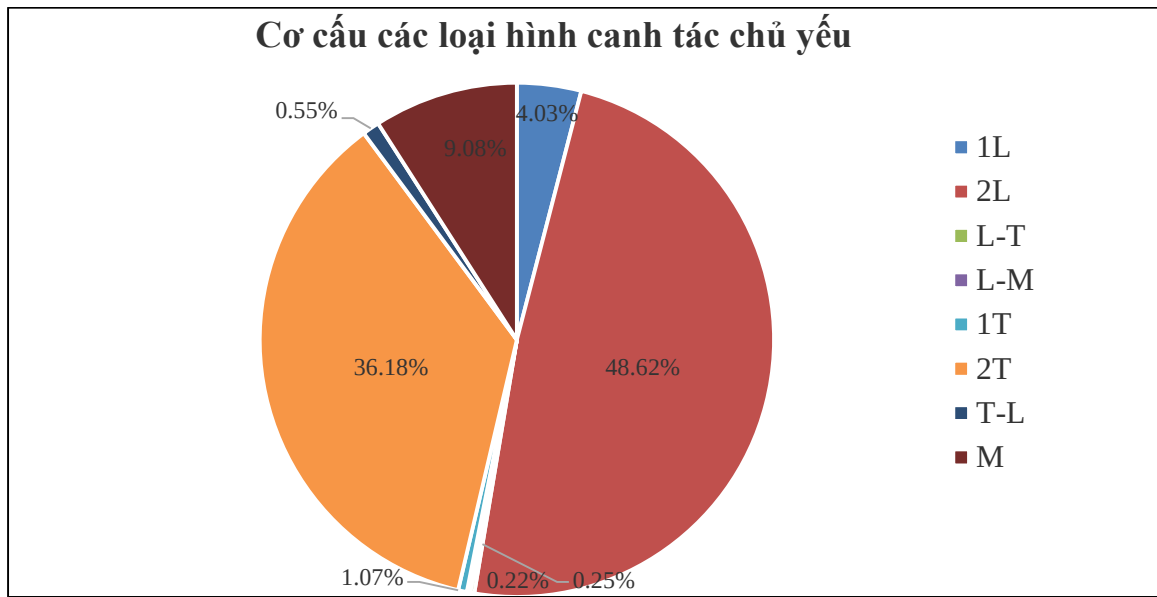
Riêng đối với các diện tích nuôi tôm ở khu vực các Tân Tập, Phước Vĩnh Đông, Phước Vĩnh Tây sản lượng giảm chỉ còn 60%, có 50% các hộ nuôi tôm được điều tra đã bỏ hoang 2 -3 vụ do không còn khả năng đầu tư và mất trắng thường xuyên do độ mặn tăng cao.

Theo số liệu thông kê kết hợp với điều tra thực tế về tình hình sử dụng đất và sản xuất nông nghiệp trên địa bàn các loại hình canh tác nông nghiệp hàng năm chịu nhiều ảnh hưởng của các điều kiện tưới và thổ nhưỡng trong giai đoạn gần đây bị ảnh hưởng rõ nét bởi hạn, mặn rõ nét thường được địa phương đặc biệt quan tâm. Hai loại hình chiếm diện tích nhiều nhất là lúa và tôm, các loại hình canh tác cơ bản của Cần Giuộc được chia thành thành lúa, tôm, rau màu, vườn và chi tiết 09 loại hình sử dụng đất. Trong đó, loại hình CLN thường là ổn định phân bố với diện tích không nhiều theo các nhà dân trong khu vực dân cư (thị trấn, khu dân cư tập trung) mặc dù không thể hiện nhiều thế mạnh kinh tế nhưng về góc độ đa dạng sinh học nông nghiệp và đảm bảo mảng môi trường nên trong các đánh giá thường được mặc định (Phụ lục 5).

Cây hàng năm chiếm tỷ trọng về diện tích và sản lượng nên được chia thành 08 loại hình chi tiết (Hình 3.2):

- Chuyên canh: màu (M); Lúa: 1 vụ (1L), 2 vụ (2L); tôm: 1 vụ (T), 2 vụ (T) và cây lâu năm (vườn)
- Xen canh: lúa-màu (L-M); lúa tôm: lúa hè thu-tôm (L-T), tôm- lúa đông xuân (T-L)

Loại hình rau màu (M) đối với Cần Giuộc cũng là loại hình có tính ổn định cao do là vùng rau gia vị đặc trưng cung cấp cho địa phương và Tp.HCM lâu năm tập trung ở các xã vùng thượng như Tân Kim, Mỹ Lộc... các khu vực gần khu vực gần đê bao của vùng thượng vẫn có thể bố trí trồng xen canh rau vào mùa khô và lúa vào mùa mưa (L-M).



Hình 3-2. Cơ cấu các loại hình canh tác hàng năm chủ yếu ở huyện Cần Giuộc

Theo lịch sử canh tác, các loại hình chuyên canh lúa, tôm, rau màu thường có đặc điểm canh tác và thời vụ khá rõ phụ thuộc vào yêu cầu của cây trồng vật nuôi trên sự thích ứng với điều kiện tài nguyên nông nghiệp của từng tiểu vùng của huyện.

Đặc biệt, loại hình luân canh lúa- tôm lại được phân biệt khá rõ ở địa phương do sự phụ thuộc vào đặc điểm thổ nhưỡng và nguồn nước mà người dân chia thành lúa-tôm (lúa Hè Thu và Tôm) và Tôm-lúa (Tôm và lúa Đông Xuân). Các diện tích này phân bố ở khu vực tranh chấp giữa mặn ngọt trong (lúa HT-tôm) và ngoài đê (tôm-lúa ĐX) bao do dẫn nước tưới vào mùa nắng, bán kính khoảng 1km. Riêng loại hình Rau màu và CLN (vườn tạp) là ổn định và chiếm tỷ trọng không nhiều không vì mục đích kinh tế mà tạo sự phong phú, đa dạng trong cơ cấu đất nông nghiệp

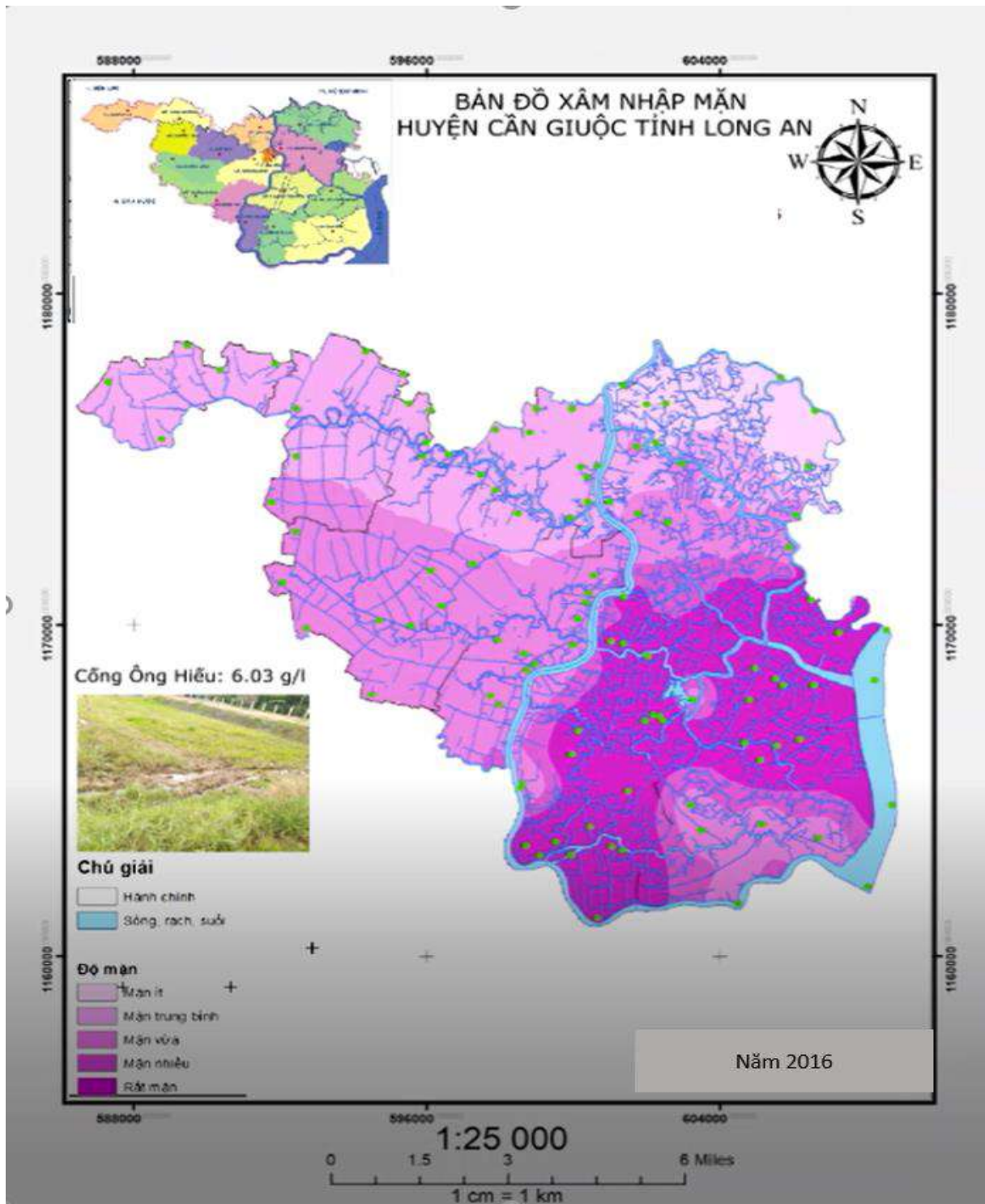
Trong các loại hình sử dụng đất thì tôm và lúa - tôm là hiệu quả kinh tế cao nhất với thu nhập gấp nhiều lần các loại hình còn lại tuy nhiên mức độ đầu tư đòi hỏi vốn khá cao (chiếm 1/3-1/2 doanh thu) và tính bền vững không cao do phụ thuộc vào môi trường và kỹ thuật áp dụng. Một số khu vực như ấp 3 xã Phước Vĩnh Tây chuyển đổi đồng loạt từ trồng lúa sang nuôi tôm khoảng 1.050 hộ, chiếm 65.78% tổng số hộ nông nghiệp và có 850 ha lên đầm nuôi tôm, chiếm 77,27% diện tích đất nông nghiệp xã từ sau năm 2010. Cho thấy xu hướng tự chuyển đổi theo áp lực kinh tế đã làm cơ cấu sử

dụng đất nông nghiệp bị thay đổi rất lớn. Trong năm 2015, 2016, 2017 loại hình canh tác tôm, lúa bị ảnh hưởng khá nghiêm trọng do mặn dẫn đến năng suất giảm sút đáng kể, hầu hết các diện tích này đều thất thu và bỏ hoang nhiều vụ. Đây là vấn đề người dân và địa phương rất quan tâm và tìm kiếm giải pháp để sử dụng đất sao cho hiệu quả, hợp lý đảm bảo phát triển kinh tế - xã hội và ổn định sản xuất nông nghiệp.

ii) Ảnh hưởng xâm nhập mặn đến canh tác nông nghiệp

Kết quả điều tra cho thấy các xã bị ảnh hưởng của xâm nhập mặn trên địa bàn huyện Cần Giuộc cho thấy thu nhập chính của họ là dựa vào nông nghiệp bị ảnh hưởng khá nghiêm trọng, cụ thể là các loại hình như lúa, nuôi tôm, rau màu Nhiều gia đình vì không thể canh tác trên đất mặn nên đã bỏ đất hoang để tìm việc làm khác ở các khu công nghiệp vào các năm 2015, 2016, 2017 (32% hộ điều tra). Đặc biệt các hộ dân thuộc khu vực các xã vùng hạ (Tân Tập, Phước Vĩnh Đông, Phước Vĩnh Tây, Đông Thạnh, Long Phụng...) và một phần xã Tân Kim, Trường Bình...đều bị ảnh hưởng mặn nhiều vụ và khó có thể sản xuất lại do cây trồng và vật nuôi không phù hợp được với điều kiện đất có nồng độ mặn thay đổi thường xuyên và kéo dài. Hơn nữa, việc thiếu vốn đầu tư sau nhiều vụ thất bại đã làm họ không muốn sử dụng đất cho sản xuất nữa.

Theo kết quả nghiên cứu hệ thống bản đồ chuyên đề động của nhóm tác giả (2019) về xâm nhập mặn trên địa bàn huyện từ 2015 đến 2018 bằng dữ liệu quan trắc mặn và mô hình nội suy của phần mềm ArcGIS sử dụng Module Time Slider và phần mềm Macromedia Flash tổng hợp các vùng độ mặn của từng năm vào bản đồ tổng thể động duy nhất và cho thể hiện độ mặn theo thời gian cũng cho thấy khu vực nhiễm mặn thường xuyên và có độ mặn cao tập trung tại các xã vùng hạ, cao nhất ở Phước Vĩnh Đông, đông Thạnh, Phước Vĩnh Tây, Tân Tập, Long Phụng và một phần của Tân Kim khu vực gần đê bao vào tháng 3, tháng 4. Diễn tiến mặn được thể hiện dựa vào đặc trưng địa lý (địa hình, thủy văn, ...) và thực tế dữ liệu quan trắc và tăng cường điểm mặn. Các năm 2016, 2018 tình hình mặn khá nghiêm trọng ảnh hưởng đến hầu hết diện tích đất nông nghiệp vùng hạ và một phần các xã ven các sông chính: Cần Giuộc, ông Hiếu, Mông Gà và vùng cửa sông Soài Rạp. (Hình.3.3).

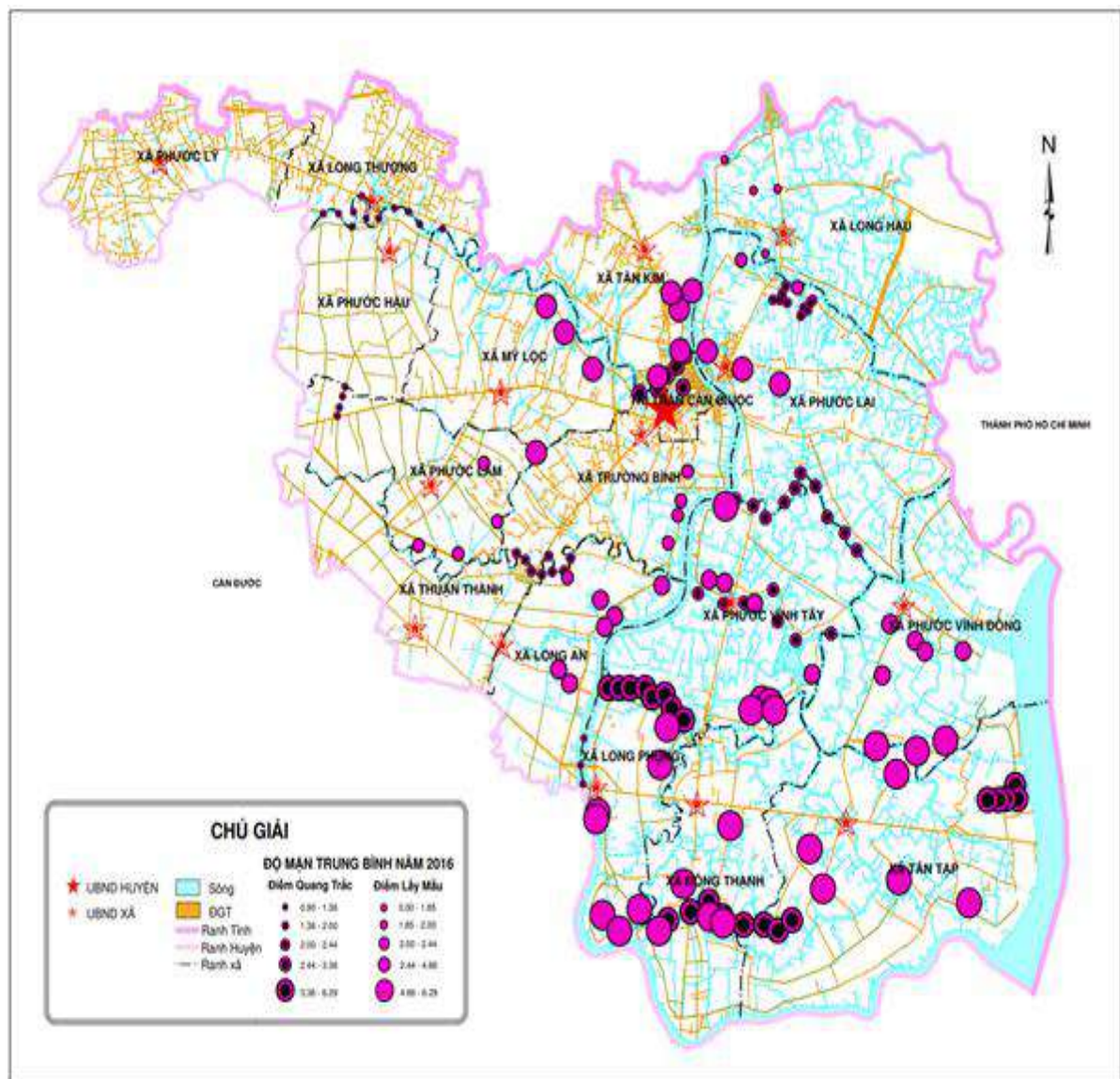


Hình 3-3. Bản đồ XNM lớn nhất năm 2016 (trích từ bản đồ động XNM huyện Cần Giuộc) (Trần Hoàng Phúc và Ctv, 2019) [56]

3.2. KẾT QUẢ ĐO ĐẠC THỰC NGHIỆM

3.2.1. Vị trí khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu tập trung cho loại hình sử dụng đất nông nghiệp điển hình không bao gồm đất phi nông nghiệp là địa bàn thuộc các xã Mỹ Lộc, Long Phụng, Long An, Tân Tập, Phước Vĩnh Tây, Đông Thạnh, Phước Vĩnh Đông, Trường Bình. Tại một số điểm đại diện cho các vùng đất canh tác khác nhau trong khu vực thực nghiệm được tiến hành thu thập mẫu đất, đo đặc mực nước, độ mặn trong đất và các kênh rạch xung quanh (Hình 3.4).



Hình 3-4. Vị trí các điểm lấy mẫu đất và quan trắc độ mặn

- Tổng số vị trí quan trắc độ mặn là 10 trên các sông rạch và trong thửa ruộng kề bên với tần suất quan trắc cách khoảng 3 ngày một lần trong tháng, thời gian quan trắc 2 năm từ tháng 01/2016 đến tháng 12/2017.

- Số điểm quan trắc độ mặn trên ruộng tại 56 vị trí với tần suất quan trắc mỗi tháng 1 lần trong khoảng thời gian từ tháng 01/2017 đến 12/2017 vào tháng 5 bằng ống đo mặn tại ruộng của 205 điểm nông hộ điều tra bổ sung, kiểm chứng độ mặn (Bảng 3.2). Ngoài ra, thông số mặn theo thông tin điều tra phỏng vấn nông hộ 2 đợt năm 2016, 2017 vào tháng 5 về thông tin độ mặn cao nhất tháng 3, tháng 4, thời gian mặn nhằm khoanh định ranh mặn và hướng lan truyền trên bề mặt.

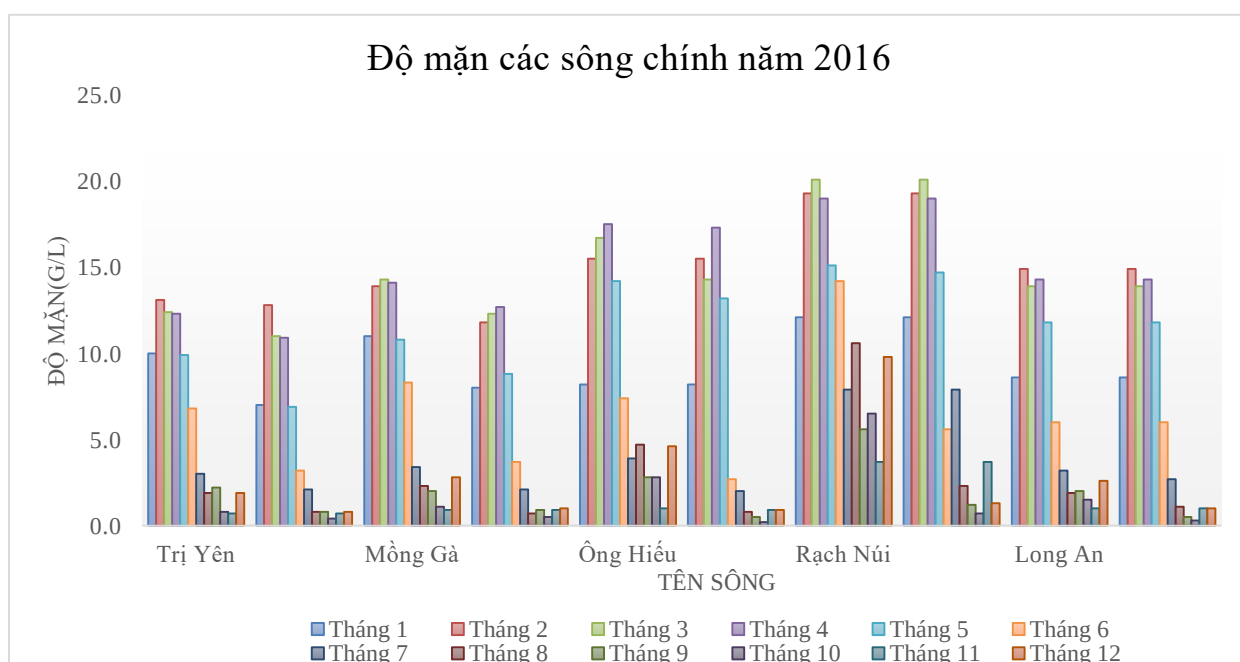
Bảng 3-2. Số lượng mẫu đất được thu thập tại các vị trí đo mặn có quan trắc thường xuyên tại các hộ dân

Vị trí lấy mẫu	Số lượng mẫu
Xã Tân Kim	6
Xã Long Phụng	6
Xã Phước Lại	8
Xã Tân Tập	6
Xã Phước Vĩnh Tây	10
Xã Đông Thạnh	6
Xã Phước Vĩnh Đông	8
Xã Long Hậu	6
Tổng	56

3.2.2. Kết quả đo diễn biến độ mặn trên các sông rạch

Theo kết quả đo độ mặn do tại một số điểm quan trắc trên địa bàn nghiên cứu năm 2016 và 2017 ở 05 sông chính: Trị Yên, Mông Gà, Ông Hiếu, Rạch Núi, sông Cần Giuộc – Rạch Cát cho thấy:

Vào khoảng tháng 2, tháng 3 và tháng 4 trong năm 2016, lượng nước ngọt từ thượng nguồn về ít, xâm nhập mặn từ tràn sâu vào các nhánh sông Trị yên, Mông Gà, Ông Hiếu, Rạch Núi và Long An theo đó xâm nhập vào các vùng đất canh tác, nơi mà tiếp nhận nguồn nước từ các sông đó.... trên các sông độ mặn lớn nhất giao động từ 12.4 g/l đến 20.1 g/l và độ mặn lớn nhất là vào tháng 3 trên sông Rạch Núi. Độ mặn trên sông Ông Hiếu và sông Rạch Núi tương đối cao, do đó đất sản xuất lúa ở xã Đông Thạnh, Long Phụng bị thiệt hại nặng nề hơn so với các xã khác. Dẫn đến đời sống kinh tế-xã hội ở hai địa bàn này cũng có sự ảnh hưởng đáng kể. Người dân ở Đông Thạnh chỉ có thể sống nhờ vào nuôi tôm và thu nhập từ các nghề phụ khác. Riêng trên các hệ thống sông Cần Giuộc độ mặn tăng cao và tăng nhanh, cao nhất đến 19,3g/l, cao hơn 5,3g/l so với cùng kỳ các năm trước (Hình 3.5)



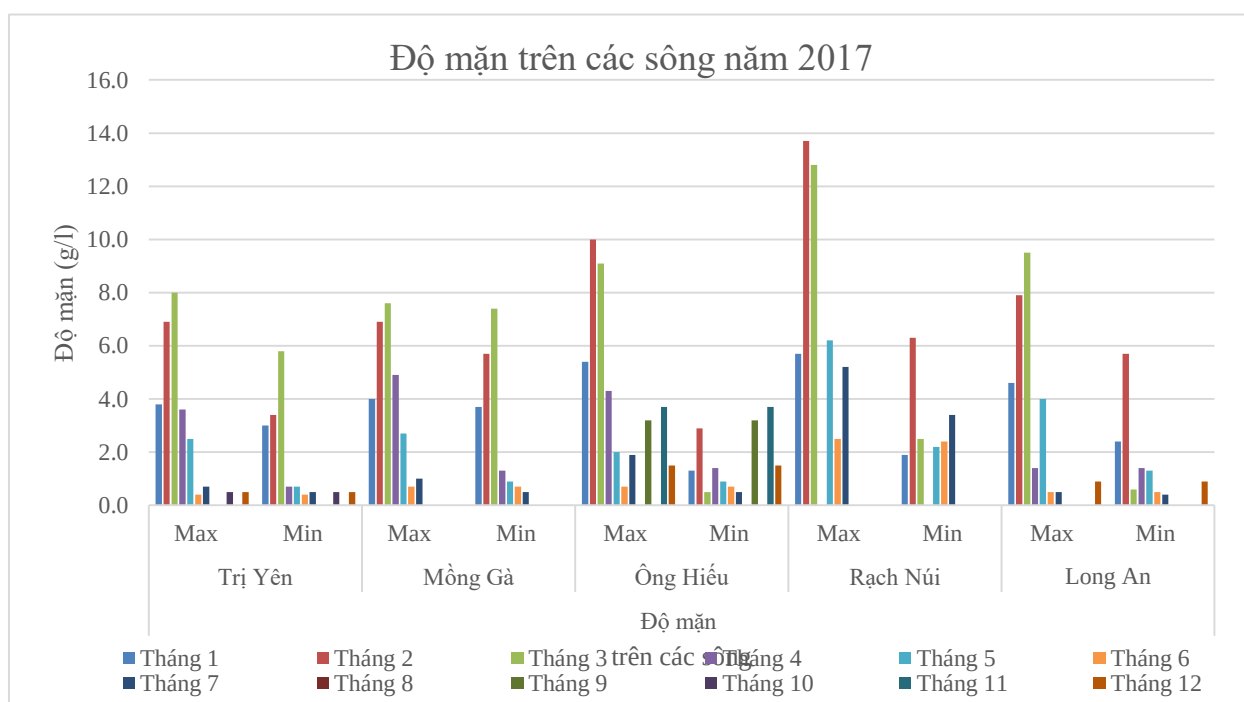
Hình 3-5. Diễn biến độ mặn các sông năm 2016

Năm 2017:

Độ mặn đã giảm đi đáng kể do địa phương đã có chính sách chi hơn 62 tỷ đồng để phục vụ cải thiện các công trình thủy lợi. (nạo vét các tuyến kênh mương nội đồng, làm đê bao ngăn mặn, sửa chữa các cống, đập điều tiết nước, trữ ngọt, thực hiện 10 công trình công, đê đê bao ngăn mặn). Năm 2017, độ mặn trên các tuyến sông trong huyện

dao động ở mức từ 0,20-11,5 g/l, thấp hơn so với cùng kỳ năm 2016 từ 6,60-14,6g/l. (Hình 3.6).

Vào khoảng từ tháng 1 đến tháng 5 trong năm 2017 lượng nước ngọt về ít, xâm nhập mặn từ tràn sâu vào các nhánh sông Trị Yên, Mông Gà, Ông Hiếu, Rạch Núi và Long An. Trên các sông độ mặn lớn nhất giao động từ 6,9 g/l đến 13,7 g/l và độ mặn lớn nhất là vào tháng 2 trên sông Rạch Núi.



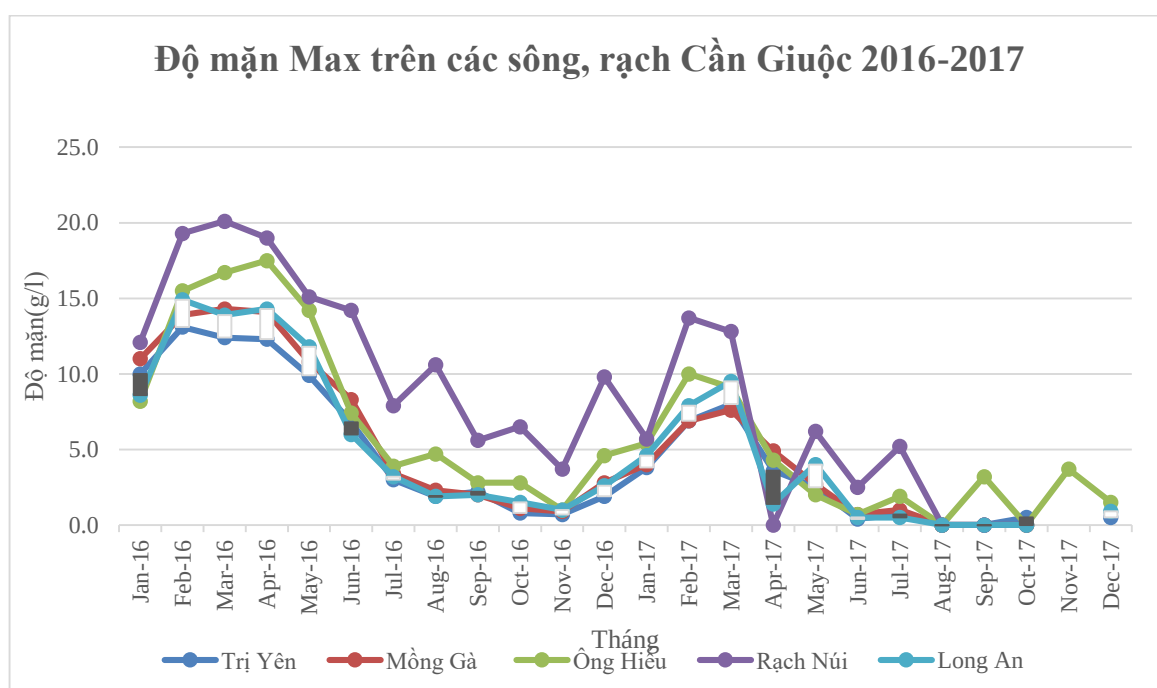
Hình 3-6. Diễn biến độ mặn các sông năm 2017

- Diễn biến độ mặn trên các sông chính giai đoạn 2016-2017**

Trong mùa khô xuất hiện nhiều cơn mưa trái mùa và tổng lượng mưa 6 tháng đầu năm tại các trạm đều cao hơn cùng kỳ năm 2016. Độ mặn đã bắt đầu xuất hiện từ giữa tháng 1, tháng 2 và tăng nhanh đến tháng 3/2017 sau đó giảm dần. Độ mặn trên các tuyến sông động từ 0,30 – 15,1 g/l, thấp hơn so với năm 2016 từ 2,10 – 10,0 g/l và thấp hơn so với năm 2005 từ 6,90 – 15,0 g/l (năm 2005 là năm có độ mặn cao nhất trong 12 năm qua) (Phụ lục 6).

Vào mùa kiệt (khoảng từ tháng 1 đến tháng 6 trong năm) khi mực nước sông hạ thấp thì hầu hết các trạm bơm, cống lấy nước tại các xã đều có độ mặn phía ngoài cống

lớn nên ảnh hưởng rất lớn đến việc lấy nước. Đặc biệt những tháng này trùng với thời gian lấy nước phục vụ cho tưới tiêu vụ đông xuân. Độ mặn lớn thì các cống dưới đê nên đóng cửa để chống xâm nhập mặn. Tuy nhiên, một số xã do không kiểm tra kỹ lưỡng nên đã mở các cống dưới đê nước mặn xâm nhập vào và lấy nước để canh tác dẫn đến một diện tích tương đối lớn bị nhiễm mặn hoàn toàn dẫn đến không có khả năng để sản xuất nông nghiệp – xã Đông Thạnh.



Hình 3-7. Diễn biến độ mặn lớn nhất sông, rạch Cần giuộc 2016-2017

Trong 2016-2017, chênh lệch độ mặn giữa các sông cao nhất là Rạch Núi, Long An và Trị Yên. Độ mặn cao nhất tập trung vào tháng 2-tháng 3 có nơi đến 20.1 g/l. Đây là cơ sở cho việc sử dụng yếu tố hạn chế của thủy văn trong phân tích nội suy bản đồ mặn khi kết hợp với DEM.

3.2.3. Kết quả đo đạc các tính chất lý hóa của đất

3.2.3.1. Mô tả phẫu diện và tính chất lý hóa của phẫu diện

Phần mô tả phẫu diện và đặc tính lý hóa của đất nghiên cứu xem Phụ lục số 7. Ở đây chỉ nêu một số đặc điểm điển hình của một phẫu diện tại hố khoan Long An 7 (CG15) như trong (Bảng 3.3 và Bảng 3.4).

Bảng 3-3. Mô tả phẫu diện CG15

Tầng đất (cm)	Ký hiệu tầng	Màu Munsell	Đặc điểm
0-15	Ah	10YR2/1	Đen hơi nâu (ẩm: 10YR2/1; khô: 10YR 5/1); sét; ướt nhão; có các cục lớn; phía trên nhiều rom rạ nát và rễ lúa; chuyển lớp từ từ.
15-45	AB	7,5YR5/2,5	Nâu xám (ẩm: 7,5YR 5/2,5; khô: 10YR 6/2); nhiều ổ màu nâu vàng rỉ sắt ở phía trên; phía dưới có các ổ vàng sáng hơn (ẩm: 2,5Y 7/6,5; khô: 5Y 8/5); chuyển lớp từ từ.
45-80	Bwj	7,5YR 5/3	Nâu xỉn (ẩm: 7,5YR 5/3; khô: 7,5YR 5/2); sét; ướt; dẻo; dính; nhiều vệt xác bã thực vật lớn; chuyển lớp từ từ.
80-125	Cph	7,5YR 4/2	Nâu xám (ẩm: 7,5YR 4/2; khô: 7,5YR 4/1); thịt pha sét; ướt; dẻo; dính; nhiều xác thực vật đã nhuyễn; dưới đáy tầng có các hạt kết von rắn.

Bảng 3-4. Tính chất lý hóa phẫu diện CG15

Tầng đất	Thành phần cấp hạt (%)			pH		OM	Tổng số (%)		
<i>(cm)</i>	2-0.02	0.02-0.002	<0.002	KCL	H ₂ O	(%)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
00 - 15	40,08	19,28	40,64	3,48	4,08	10,52	0,364	0,11	0,878
15 - 45	38,08	13,28	48,64	3,13	4,03	6,182	0,168	0,04	0,878
45 - 80	34,08	15,28	50,64	3,02	3,52	3,566	0,112	0,03	0,854
80 - 125	36,08	21,28	42,64	3,0	3,25	13,31	0,14	0,03	0,78
Tầng đất	Đề tiêu		CATION TRAO ĐỔI			Hòa tan (%)		Al³⁺	Fe dd
<i>(cm)</i>	P ₂ O ₅	N	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CEC	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	(me/100gđ)	(mg/100gđ)
00 - 15	6,28	11,65	1,96	3,82	16,26	0,064	0,048	1,53	68,69
15 - 45			0,78	1,08	14,36	0,014	0,016	2,04	92,83
45 - 80			0,59	0,59	13,03	0,018	0,021	2,3	36,1
80 - 125			1,08	1,08	20,17	0,043	0,067	2,55	26,53

Nhìn chung đặc tính các phẫu diện chính cho thấy đặc thù của đất phù sa và phù sa trên nền phèn tiềm tàng nhiễm mặn có các thành phần hóa học điển hình của vùng đất thấp có ảnh hưởng của phèn, mặn. Tính chất lý học cho thấy kết cấu đất yếu có tỷ trọng các hạt cát, thịt và sét khả năng thoát nước không cao.

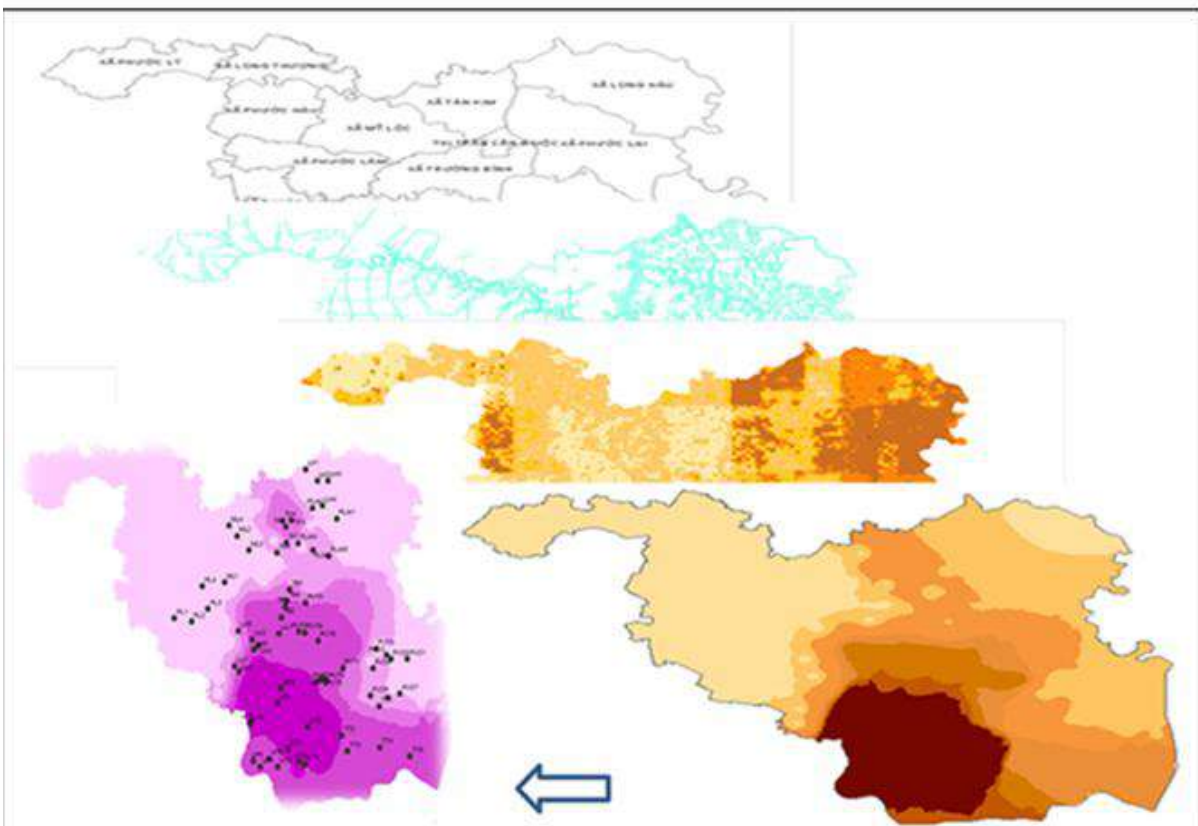
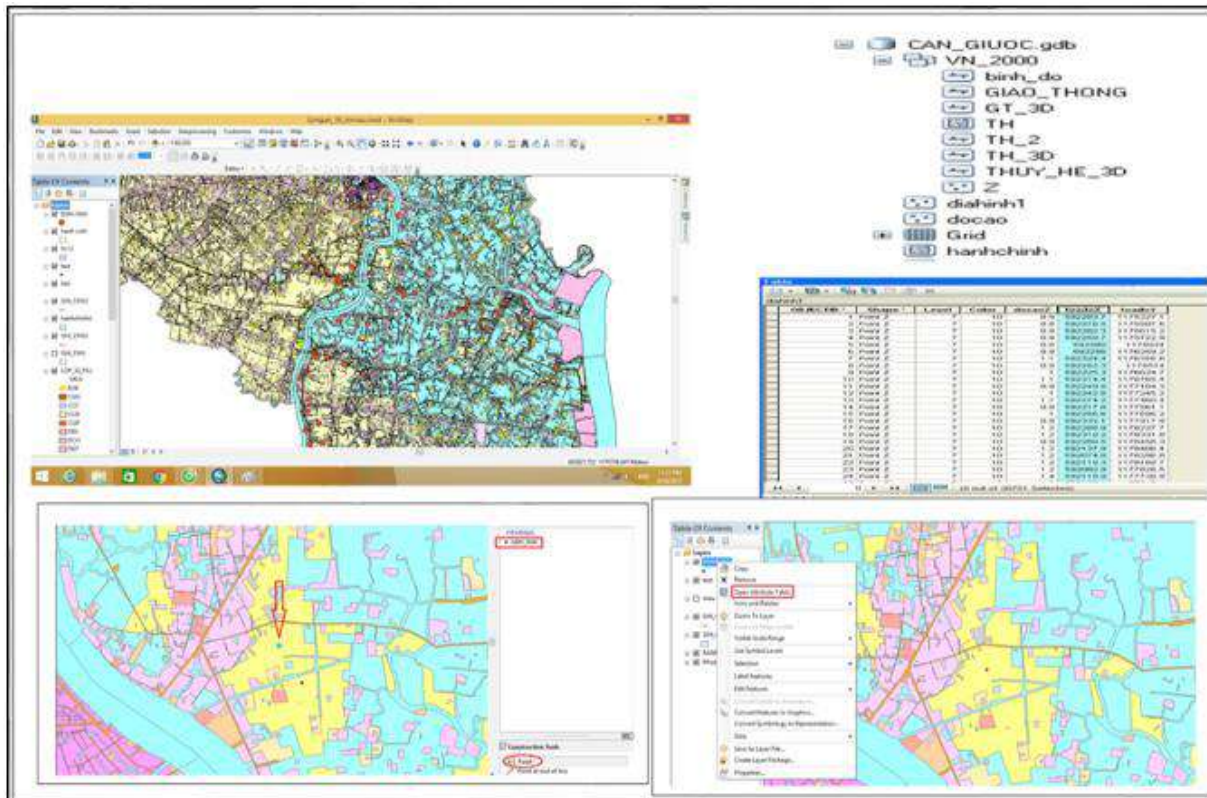
3.2.3.2 Kết quả đo độ mặn của đất

Để xem xét mức độ nhiễm mặn của đất trên địa bàn nghiên cứu tiến hành đo độ mặn trong đất tại một số điểm mẫu trên các vùng đất canh tác phục vụ sản xuất nông nghiệp. Cụ thể điểm mẫu được lấy trên địa bàn các xã Mỹ Lộc, Long Phụng, Long An, Tân Tập, Phước Vĩnh Tây, Đông Thạnh, Phước Vĩnh Đông, Trường Bình đã cho thấy mặn xuất hiện trong các mẫu đo thuộc các xã vùng hạ theo 3 cấp độ của FAO-USDA, mặn trung bình và nhiều ở các điểm mẫu đo các xã vùng hạ.

Bảng 3-5. Độ mặn trong đất tại các vị trí lấy mẫu vào tháng 7 /2016-7/2018

Stt	Vị trí lấy mẫu	Số lượng mẫu	Độ mặn (g/l)			Cấp độ mặn theo FAO-USDA
			2016	2017	2018(*)	
1	Tân Kim	6	0.082	0.080	0.081	Không mặn
2	Long Phụng	6	0.212	0.234	0.261	Mặn ít
3	Phước Lại	8	0.187	0.188	0.191	Không mặn
4	Tân Tập	6	0.291	0.302	0.321	Mặn ít
5	Phước Vĩnh Tây	10	0.431	0,460	0.457	Mặn trung bình
6	Đông Thạnh	6	1.251	1.255	1.257	Mặn nhiều
7	Phước Vĩnh Đông	8	0.525	0.524	0.555	Mặn trung bình
8	Long Hậu	6	0.548	0.545	0.544	Mặn trung bình
Tổng		56	<i>(*) Số liệu điều tra bổ sung</i>			

Hình 3-8. Điểm mẫu và điểm quan trắc trên hiện trạng các loại hình canh tác năm 2017



Hình 3-9. Dữ liệu không gian nội suy mặt

Lấy 14 mẫu dung dịch nước trong đất ở các vị trí ống PVC- nằm ở hệ thống canh tác lúa, lúa tằm và hệ thống tằm tại khu vực được tưới nước với tên mẫu được gán như Bảng 3.6. Đất mẫu lấy từ độ sâu 20 cm trong phạm vi rễ cây phát triển. (Hình 3.10).

Bảng 3-6. Danh sách 14 vị trí đo độ mặn thực nghiệm bằng ống PVC

Stt	TÊN MẪU	Mô tả vị trí	Hiện trạng sử dụng
1	LP5	Long Phụng 5	Lúa 2-3 vụ
2	PVT7	Phước Vĩnh tây 7	Tằm
3	ĐT1	Đông Thạnh 1	Tằm
4	PVĐ4	Phước Vĩnh Đông 4	Tằm
5	ML1	Mỹ Lộc 5	Màu
6	PVĐ3	Phước Vĩnh Đông 3	Tằm
7	TB1	Trường Bình 1	Lúa 3 vụ
8	LA7	Long An 7	Lúa 2-3 vụ
9	ML2	Mỹ Lộc 2	Màu
10	TT2	Tân Tập 2	Tằm
11	TT1	Tân Tập 1	Lúa-tằm
12	PVT1	Phước Vĩnh tây 1	Lúa
13	LP3	Long Phụng 3	Lúa –tằm
14	TB2	Trường Bình 2	Lúa 3 vụ



Hình 3-10. Vị trí 14 điểm quan trắc độ mặn trong đất

Số mẫu đất được đưa đi phân tích là 5 mẫu trong 14 mẫu đất được lấy tại 5 loại hình canh tác khác nhau để phân tích chỉ tiêu hóa lý ở tầng 0 - 30cm trong mẫu đất trong thời gian tháng 07/2016 (Bảng 3.7). Tại độ sâu từ 0 - 30cm là lớp đất canh tác là nơi được cho rằng khả năng mặn tác động đến bộ rễ của các loại cây trồng theo kết quả giám sát của địa phương và các hộ nông dân được chọn điều tra (Bảng 3.1). Các mẫu đất được gửi về Viện Thổ Nhưỡng Nông Hóa thuộc Trung tâm nghiên cứu đất Phân bón và Môi trường phía Nam (EFS) để phân tích và kiểm nghiệm mức độ nhiễm mặn của đất.

Kết quả mà nghiên cứu cho thấy, vùng nghiên cứu thuộc loại đất mặn do sự xâm nhập mặn của nước biển trên nền đất phù sa hoặc mẫu chất được trầm tích trong môi trường nước mặn. Như mục tiêu đã đề ra, các minh chứng về sự thay đổi đặc tính hoá học đất và nước có thể có, nhằm để đánh giá sự thay đổi đó có nguy cơ ảnh hưởng đến sự sinh trưởng của việc canh tác lúa, nuôi tôm. Các thông số cho thấy pH_{H2O} có giá trị dao động từ 4,07 – 8,23, pH_{H2O} cao nhất ở mùa khô vào thời điểm trồng lúa (khoảng

tháng 01/2017 đến tháng 3/2017) đạt 7,56 - 8,50 do ảnh hưởng của việc xâm nhập mặn và sau đó giảm dần theo thời gian khi bắt đầu có mưa (tháng 5/2017 đến tháng 7/2017). Hầu hết đất trong vùng lấy mẫu cho giá trị Natri khá cao có thể gây độc cho một số loại cây trồng, đặc biệt là ảnh hưởng đến cấu trúc đất và ảnh hưởng đến sự thoát khí và di chuyển của nước trong đất.

Bảng 3-7. Các chỉ tiêu hóa học của đất tại các điểm mẫu tháng 07/2017 (EFS)

STT	TÊN MẪU	EC $\mu\text{S/cm}$	Chỉ tiêu (meq/100g)				$\text{PH}_{\text{H}_2\text{O}}$	SAR	ESP %	Vị trí lấy mẫu đất
			CEC	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}				
1	TT1	1407	27,2	5,4	4,2	15,06	5,06	6.87	55.37	(Lúa-tôm) Tân Tập
2	PVT1	1539	45,6	7	3,2	15,77	4,07	6.98	34.58	(Lúa) Phước Vĩnh Tây 1
3	PVD3	979	20,7	3,8	3	24,66	6,16	13.37	119.13	(Tôm) Phước Vĩnh Đông 3
4	ĐT1	429	54	4,4	3,4	18,6	6,08	9.42	34.44	(Tôm) Đông Thạnh 1
5	LP3	298	5,7	14,8	2,4	9,99	8,23	3.41	175.26	(Lúa –tôm) Long Phụng 3

Có các chỉ số để cho thấy đất bị nhiễm mặn và bị hiện tượng sodic khi ESP (% natri trao đổi) > 15% và độ dẫn điện EC của các dung dịch thấp hơn 4 dS/m (# 4000 $\mu\text{S/cm}$) (TCVN 12180-1-2017). Đất bị Sodic sẽ làm cho hệ số thấm của đất bị suy giảm, thông khí kém, khó thoát nước và gây ra các vấn đề trong việc canh tác cây trồng. Áp dụng công thức tính SAR (1.1) và ESP (1.2) và xử lý số liệu bằng Excel cho số liệu phân tích mẫu đất (EFFs) cho thấy:

Mức độ Sodic hóa thông qua chỉ số ESP tại các điểm canh tác tôm (Phước Vĩnh Tây) và lúa tôm (Long Phụng) tương đối cao và khá cao ở Tân Tập và rất cao ở Phước Vĩnh Đông điều này cho thấy đất bị chai và khả năng canh tác cho cây trồng là không phù hợp cho cây lúa vì độ xốp của đất trong luân chuyển chất dinh dưỡng cho cây rất kém. Đối với tôm không cần độ xốp và vận chuyển chất trong đất nhưng việc Sodic hóa sẽ làm cho khả năng tích tụ các chất trên lớp mặt ngày càng cao dẫn đến ô nhiễm môi trường nước và nồng độ các loại muối sẽ tăng là tất yếu dẫn đến tôm khó sinh trưởng và phát triển.

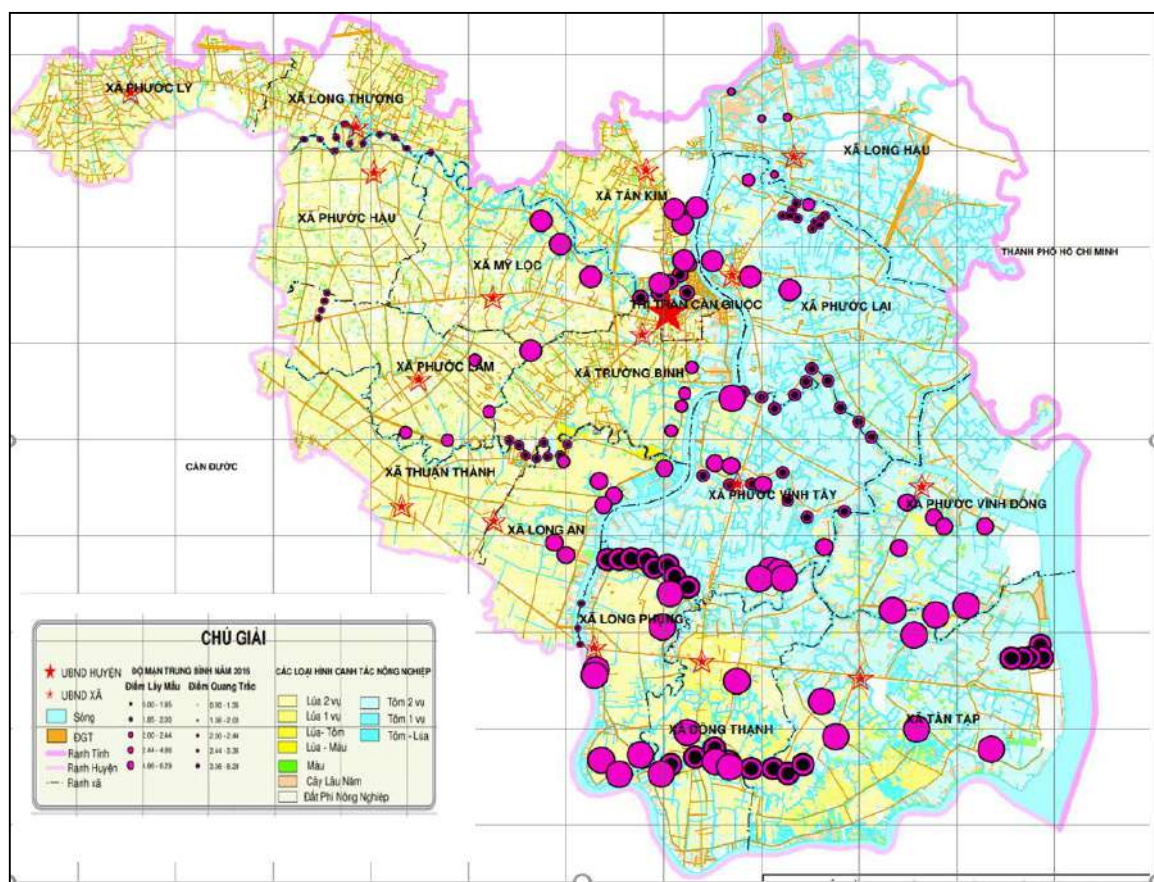
Từ số liệu đo độ mặn của đất (Bảng 3.7) cho thấy hiện trạng mặn do sử dụng nước mặn cho đất lúa và tôm bị ảnh hưởng khá rõ trên địa bàn nghiên cứu, một số nơi như mẫu LP3 và PVD3 chỉ số ESP vượt quá cao do độ mặn trong đất cộng thêm độ mặn dung dịch đất cao. Trong thời điểm lấy mẫu lượng mưa tăng nên đã giảm bớt độ mặn nước trong đất. Tuy nhiên, nồng độ mặn vẫn ở ngưỡng cao và trung bình ($> 4\text{g/l}$) do tình trạng mặn tại các vị trí lấy mẫu là các loại hình canh tác nông nghiệp: tôm, lúa tôm và lúa. Điều này cho thấy vào thời điểm hạn chế thấp nhất của độ mặn trong đất do sử dụng kết hợp các giải pháp thủy lợi và canh tác nhưng độ mặn vẫn là yếu tố ảnh hưởng đến việc canh tác và chất lượng đất.

Riêng mẫu phân tích tại xã Phước Vĩnh Tây, Long Phụng cho thấy đất vẫn có thể còn khả năng cho các mục đích cây trồng do Sodic vẫn còn có thể chấp nhận, mô hình lúa-tôm vẫn có thể sử dụng hiệu quả, mặn chỉ tạm thời.

Riêng đất ở khu vực Tân Tập có hiện tượng Sodic bắt đầu khi các chỉ tiêu SAR 6,87 và ESP là 55,37% (đồng nghĩa với bề mặt hạt đất bị Na^+ chiếm đa số) ở khu vực này bắt đầu thoát nước kém. Các thông số này thể hiện mức độ mặn ở cả mùa khô và mùa mưa phù hợp và xác thực với các kiểm chứng thông tin thông qua điều tra tại các khu vực xảy ra mặn.

Như vậy qua số liệu đo độ mặn tại 14 điểm mẫu của đất trong 2016, 2017 và có cả tham khảo dữ liệu 2010, 2015 của các hộ có kiểm tra độ mặn trước khi xuống giống và cùng khoảng thời gian tháng 3 trong năm đã phản ánh được độ mặn trên các điểm mẫu của nông hộ (Hình 3.11).

Khu vực canh tác loại hình tôm và lúa tôm đất bị mặn từ trung bình đến cao (Đông Thạnh và Phước Vĩnh Đông, Phước Vĩnh Tây) mặc dù là mùa mưa, trong khi khu Tân Tập giáp sông Soài Rạp và Long Phụng giáp sông Cần Giuộc độ mặn giảm khá nhiều vào mùa mưa trong khi mùa nắng độ mặn ở đây khá cao so với các khu vực khác. Hàm lượng muối trong đất cao và tăng nhanh dẫn đến các vi sinh vật, các loài động vật, thực vật không có khả năng thích nghi kịp thời dẫn đến sản lượng cây trồng, vật nuôi giảm mạnh và dẫn đến diện tích đất canh tác mất dần. Các diện tích đã canh tác tôm không hiệu quả cho thấy các mẫu phân tích độ mặn trong đất còn khá cao (PVD3) và (ĐT1) và không thể canh tác các loại hình cây trồng nào khác nên người dân dễ hoang hoặc đầu tư hình thức giống lúa chịu mặn hoặc chờ mưa rửa mặn cho các vụ sau.



Hình 3-11. Độ mặn phân cấp tại các điểm mặn đo tại các điểm mẫu nông hộ

3.3. ĐÁNH GIÁ ĐẤT ĐAI THEO PHƯƠNG PHÁP FAO

3.3.1. Xác định các nhân tố chỉ tiêu ảnh hưởng đến các loại hình sử dụng đất

Việc xác định các nhân tố cũng như chỉ tiêu ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của nhóm cây nông nghiệp, cũng như nuôi trồng thủy sản để có thể đánh giá thích nghi đất đai, điều này phụ thuộc vào mục đích và mức độ chi tiết của vấn đề nghiên cứu. Dựa vào đặc tính của từng loại hình sử dụng đất mà xác định chỉ tiêu cần đánh giá. Sử dụng các tiêu chí đánh giá đất đai của FAO với GIS để xây dựng bản đồ phân vùng thích nghi cho các LUT nông nghiệp và hoàn thành các mục tiêu đã đưa ra.

Theo số liệu thông kê vừa nêu trên kết hợp với điều tra thực tế về tình hình sử dụng đất và sản xuất nông nghiệp trên địa bàn huyện, đã xác định được các loại hình sử dụng đất nông nghiệp hiện có: (i) 03 vụ lúa (ĐX- HT- mùa); (ii) 02 vụ lúa (ĐX- HT); (iii) 02 vụ lúa (HT- mùa); (iv) Lúa- màu hoặc cây công nghiệp hàng năm; (v) chuyên

rau màu hoặc cây công nghiệp hàng năm; (vi) cây ăn quả (vii) rau màu; (viii) cây hàng năm; (ix) nuôi trồng thủy sản. Việc lựa chọn các LUT nêu trên dựa trên các cơ sở về hiện trạng và tính phổ biến của các LUT trên địa bàn huyện cùng với hiệu quả về mặt kinh tế.

Một hệ thống sử dụng đất (LUS) là sự xuất hiện của một loại hình sử dụng đất (LUT) trong một điều kiện tự nhiên xác định. Hệ thống sử dụng đất được xác định trên cơ sở kết hợp giữa các LUTs với các vùng đất. Qua điều tra thực tế kết hợp với các số liệu thống kê đã có, đã xác định được hệ thống sử dụng đất (LUS) trong nông nghiệp trên địa bàn huyện. (Bảng 3.8)

Bảng 3-8. Các hệ thống sử dụng đất (LUS) trong nông nghiệp

LUS	Vùng đất	Loại hình sử dụng đất	Hệ thống sử dụng đất
1	Đất phù sa loang lở tầng nông	03 vụ lúa	1. Lúa ĐX- lúa HT- lúa mùa
2		02 vụ lúa	2. Lúa ĐX-lúa HT
3		Lúa và thủy sản	3. Lúa mùa - tôm
4		Lúa màu hoặc cây CN hàng	4. Khoai mỡ-lúa hoặc khoai lang -lúa
5		Rau màu	5. Rau các loại – khoai mì, khoai mỡ
6		Thủy sản nước lợ	6. Tôm, cá
7	Đất phù sa trên nền phèn tiềm tàng nhiễm mặn	03 vụ lúa	7. Lúa ĐX- lúa HT- lúa mùa
8		02 vụ lúa	8. Lúa ĐX-lúa HT
9		Lúa và thủy sản	9. Lúa mùa - tôm
10		Rau màu	10. Rau các loại – khoai mì, khoai mỡ
11		Cây CN hàng năm	11. Hoa các loại – cây cảnh các loại
12		Thủy sản nước lợ	12. Tôm
13	Đất phèn tiềm tàng nhiễm mặn	03 vụ lúa	13. Lúa ĐX- lúa HT- lúa mùa
14		02 vụ lúa	14. Lúa ĐX-lúa HT
15		Rau màu	15. rau các loại – khoai mì, khoai mỡ
16		Cây CN hàng năm	16. Hoa các loại – cây cảnh các loại
17		Cây ăn quả	17. Chuối - Xoài...
18		Thủy sản nước lợ	18. Tôm
19	Đất phèn hể trên nền phèn nhiễm mặn	Cây CN hàng năm	19. Hoa các loại – cây cảnh các loại
20		Cây ăn quả	20. Chuối - Xoài...
21		Thủy sản	21. Tôm

3.3.2. Lựa chọn các loại hình sử dụng đất (LUTs)

Việc lựa chọn các LUT để đánh giá khả năng thích nghi đất đai được dựa trên cơ sở xem xét mối quan hệ giữa các LUS với các chỉ tiêu sau: Phù hợp với mục tiêu phát triển của vùng; Nâng cao tiềm năng sản xuất của đất; Tăng thu nhập cho nông dân.

Theo tiêu chuẩn trên, kết hợp với xem xét hiện trạng sử dụng đất của các vùng lân cận có môi trường tự nhiên tương tự, các loại hình sử dụng đất được đưa ra đánh giá gồm:

- LUT 1: Lúa 2-3 vụ (ĐX- HT – Mùa)
- LUT 2: Rau – Màu (Rau, khoai mì, khoai mỡ)
- LUT 3 : Cây ăn quả (Xoài, chuối)
- LUT 4: Lúa- Thủy sản (Lúa mùa – Tôm)
- LUT 5 : Thủy sản (Tôm nước lợ)

Sau khi đã lựa chọn LUT, căn cứ vào đặc tính của từng LUT cùng với điều kiện tự nhiên trên địa bàn huyện Cần Giuộc (qua tham khảo ý kiến những người có kinh nghiệm lâu năm trong nông nghiệp), các chỉ tiêu được lựa chọn để xây dựng bản đồ phân vùng thích nghi gồm: **(I) Đặc trưng về đất:** (1) Loại đất, **(II) Đặc trưng về địa hình:** (2) Địa hình tương đối; **(III) Đặc trưng về nước:** (3) Độ sâu ngập, (4) Thời gian ngập, (5) Thời gian bị nhiễm chua, (6) thời gian xâm nhập mặn, (7) Điều kiện tưới.

Kết quả bản đồ đơn vị đất đai sau khi chồng xếp 07 bản đồ đơn tính đã xác định được trên địa bàn nghiên cứu.

3.3.3. Xây dựng yêu cầu sử dụng đất của LUTs

Yêu cầu sử dụng đất là những đòi hỏi về điều kiện tự nhiên của các loại hình sử dụng đất. Việc xác định yêu cầu sử dụng đất là một nội dung rất quan trọng trong đánh giá đất đai. Bởi vì, muốn biết một loại hình sử dụng đất nào đó có thể bố trí được trên một vùng đất cụ thể hay không trước hết phải căn cứ vào đặc điểm của vùng đất, đồng thời phải nắm rõ yêu cầu đất đai của cây trồng được bố trí.

Yêu cầu sử dụng đất (Land Use Requirements- LR): là những điều kiện đất đai cần thiết và đòi hỏi cho việc bố trí một loại hình sử dụng đất cụ thể một cách ổn định và có hiệu quả. Vì vậy, xác định yêu cầu sử dụng đất là một trong những nội dung chính

của đánh giá đất đai. Khả năng thích nghi của các loại hình sử dụng đất được đánh giá theo 04 mức độ: (i) S1: thích nghi cao; (ii) S2: thích nghi trung bình; (iii) S3: ít thích nghi và (iv) N: không thích nghi.

Trong nghiên cứu này, yêu cầu sử dụng đất được xác định theo phương pháp bán định lượng (Semi quantitatively land evaluation), kết hợp với các kết quả điều tra về đất và sử dụng đất trong phạm vi huyện, đồng thời kế thừa các tiêu chuẩn phân cấp đã được áp dụng trong đánh giá đất cho một số khu vực ở các vùng lân cận.

Bảng 3-9. Yêu cầu sử dụng đất của LUTs được chọn huyện Cần Giuộc

Loại hình sử dụng đất	Yếu tố chuẩn đoán	Phân cấp thích nghi			
		S1	S2	S3	N
LUT 1	- Loại đất (G)	G1	G3		G4,G2
Lúa 3 vụ	- Địa hình tương đối (E)	E3, E4	E2, E5	E1	
(ĐX- HT-Mùa)	- Độ sâu ngập (F)	F1, F2	F3		F4
	- Thời gian ngập (Ft)	Ft 1	Ft 2		Ft 3
	- Thời gian bị mặn (S)	S1		S2	S3
	- Thời gian bị chua (A)	A1	A2,A3		
	- Điều kiện tưới (I)	I 1			I 2, I 3
LUT 2	- Loại đất (G)	G1	G3		G4,G2
Rau - Mầu	- Địa hình tương đối (E)	E1, E2, E3	E4	E5	
(rau - Khoai mì- khoai mỡ)	- Độ sâu ngập (F)	F1	F2	F3	F4
	- Thời gian ngập (Ft)	Ft 1		Ft 2	Ft 3
	- Thời gian bị mặn (S)	S1		S2	S3
	- Thời gian bị chua (A)	A1	A2,A3		
LUT 3	- Loại đất (G)	G1	G3	G2	G4
Cây ăn quả	- Địa hình tương đối (E)	E1, E2, E3	E4	E5	

(Xoài, chuối...)	- Độ sâu ngập (F)	F1	F2	F3, F4	
	- Thời gian ngập (Ft)	Ft 1	Ft 2	Ft 3	
	- Thời gian bị mặn (S)	S1	S2	S3	
	- Thời gian bị chua (A)	A1	A2,A3		
	- Điều kiện tưới (I)	I1,I2	I 3		
LUT 4	- Loại đất (G)	G4, G2	G3	G1	
Lúa - TS	- Địa hình tương đối (E)	E4, E5	E3	E1, E2	
(Mùa - Tôm)	- Độ sâu ngập (F)	F1	F2	F3	F4
	- Thời gian ngập (Ft)	Ft 1	Ft 2	Ft 3	
	- Thời gian bị mặn (S)	S3	S2		S1
	- Thời gian bị chua (A)	A1,A2	A3		
	- Loại đất (G)	G4, G2	G3	G1	
LUT 5	- Loại đất (G)	G4,G1	G2	G3	
Thủy sản	- Địa hình tương đối (E)	E4, E5	E3	E1, E2	
(Tôm nước lợ)	- Độ sâu ngập (F)	F1, F2	F3	F4	
	- Thời gian ngập (Ft)	Ft1	Ft2	Ft3	
	- Thời gian bị mặn (S)	S3		S2	S1
	- Thời gian bị chua (A)	A1	A2,A3		

3.3.4. Kết quả đánh giá thích nghi đất đai

Trong nghiên cứu này, mức độ thích nghi đất đai của các loại hình sử dụng đất được xác định theo phương pháp hạn chế tối đa (the maximum limitation method), nghĩa là mức độ thích nghi của mỗi một loại hình sử dụng đất được xác định bởi yếu tố đất đai có mức độ hạn chế cao nhất.

Theo phương pháp nêu trên, đồng thời căn cứ vào bảng yêu cầu đất đai của các loại hình sử dụng đất được chọn (Phụ lục 9) và đặc điểm của các đơn vị đất đai (Phụ lục

8). Mức độ thích nghi đất đai kèm theo yếu tố hạn chế được xét cho từng LUT khi bố trí trên từng LMU cụ thể được trình bày trong Bảng 3.10.

Bảng 3-10. Diện tích ở các mức thích nghi của các LUTs

Loại hình sử dụng đất	Đơn vị tính	Tổng diện tích	Bộ thích hợp				Bộ không thích hợp	Ao hồ, sông suối
			Không phân cấp thích nghi	Thích hợp cao	Thích hợp trung bình	Ít thích hợp		
				S1	S2	S3		
LUT1: Lúa 3 vụ	ha	21.510,04	18.844,31	6.644,06	4.159,72	8.040,53	743,93	1.921,80
(ĐX - HT - Mùa)	%	100	87,61	30,89	19,34	37,38	3,46	8,93
LUT2: Rau - Màu	ha	21.510,04	18.844,31	5.605,93	11.418,13	1.820,25	743,93	1.921,80
(rau - khoai mì, khoai mỡ)	%	100	87,61	26,06	53,08	8,46	3,46	8,93
LUT3: Cây ăn quả	ha	21.510,04	13.779,49	2.783,24	7.087,82	3.908,43	5.08,75	1.921,80
(xoài - chuối)	%	100	64,06	12,94	32,95	18,17	27,00	8,93
LUT4: Lúa - TS	ha	21.510,04	13.918,49	743,93	4.480,33	8.694,24	5.669,75	1.921,80
(Lúa mùa - Tôm)	%	100	64,71	3,46	20,83	40,42	26,36	8,93
LUT5: Thủy sản	ha	21.510,04	11.547,71	4.588,93	4.175,54	2.783,24	8.040,53	1.921,80
(Tôm)	%	100	53,69	21,33	19,41	12,94	37,38	8,93

Từ những kết quả đánh giá cho thấy khả năng bố trí của các loại hình sử dụng đất (LUTs) như sau:

LUT 1: Lúa 03 vụ (ĐX-HT-Mùa) có thể bố trí trên 12 LMU, có quy mô diện tích là 18.844,31 ha, chiếm 87,61% DTTN; trong đó, ở mức thích hợp cao (S1) là 6.644,06 ha (30,89% DTTN), mức thích hợp trung bình (S2) là 4.159,72 ha (19,34%) và mức ít thích hợp (S3) là 8.040,53 ha (37,38%).

LUT 2: Rau – màu (rau- khoai mì, khoai mỡ), có thể bố trí trên 12 LMU, có quy mô diện tích là 18.844,31 ha, chiếm 87,61% DTTN; trong đó, ở mức thích hợp cao (S1) là 5.605,93 ha (26,06%), ở mức thích hợp trung bình là 11.418,13 ha (53,07%) và ở mức ít thích hợp (S3) là 1.820,25 ha (8,46%).

LUT 3: Cây ăn quả, có thể bố trí trên 11 LMU, có quy mô diện tích là 13.779,49 ha, chiếm 64,06% DTTN; trong đó, ở mức thích hợp cao (S1) là 2.783,24 ha (12,94%), ở mức thích nghi trung bình (S2) là 7.087,82 ha (33,95%) và ở mức ít thích hợp (S3) là 3.908,43 ha (18,17%).

LUT 4: Lúa – Thủy sản (lúa mùa - tôm) có thể bố trí trên 13 LMU, có quy mô diện tích là 13.918,49 ha, chiếm 64,71% DTTN; trong đó, ở mức thích hợp cao (S1) là 743,93 ha (3,46% DDTN), ở mức thích hợp trung bình (S2) là 4.480,33 ha (20,83%) và ở mức ít thích nghi (S3) là 8.694,24 ha (40,42%).

LUT 5: Thủy sản (Tôm), có thể bố trí trên 10 LMU, có quy mô diện tích là 11.547,71 ha, chiếm 53,69% DTTN; trong đó, ở mức thích hợp cao (S1) là 4.588,93 ha (21,33%), ở mức thích hợp trung bình (S2) là 4.175,54 ha (19,41%) và ở mức ít thích hợp (S3) là 2.783,24 ha (12,94%).

Ứng dụng GIS xây dựng bản đồ đơn vị đất đai bằng cách tiến hành chồng xếp 7 bản đồ đơn tính: bản đồ đất, bản đồ địa hình, BĐ ngập mặn, BĐ chua, BĐ thời gian ngập, BĐ độ ngập và BĐ tưới có 16 đơn vị đất đai (Bảng 3-11), (Hình 3.12).

Bảng 3-11. Khả năng thích nghi đất đai cho các loại hình sử dụng đất được chọn huyện Cần Giuộc

Đơn vị đất đai		Diện tích		PHÂN LOẠI KHẢ NĂNG THÍCH NGHI CỦA CÁC LOẠI HÌNH SỬ DỤNG ĐẤT									
Số LMU	Ký hiệu	ha	%	LUT 1		LUT 2		LUT 3		LUT 4		LUT 5	
	gefftsai			Lúa 3 vụ		Lúa - Thủy sản		Rau- Màu		Cây ăn quả		Thủy sản	
				MTN	YTHC	MTN	YTHC	MTN	YTHC	MTN	YTHC	MTN	YTHC
1	1421213	1.376,48	6,40	S2	s	S3	efft	S3	efi	N	efsi	S1	
2	1411113	284,45	1,32	S1		S3	efft	S2	e	S2	e	S1	
3	1311111	2.822,69	13,12	S1		S3	efft	S1		S2	e	S1	
4	1311122	673,70	3,13	S2	a	S3	efft	S1		S1		S3	effta
5	1311132	2.109,54	9,81	S2	a	N	effta	S1		S1		S3	effta
6	1321113	3.536,91	16,44	S1		S3	efft	S2	fi	S2	fi	S2	e
7	2321113	132,60	0,62	N	gesa	S1		N	gesa	S3	effti	S2	e
8	2321223	205,77	0,96	N	gesa	S1		N	gfftia	S3	effts	S2	e
9	2321323	300,26	1,40	N	gesa	S1		N	gfftsi	S3	ffti	S2	ea
10	3411212	183,95	0,86	S3	es	S2	s	S3	gsi	S2	ea	N	geffts
11	3411313	259,82	1,21	S3	es	S2	s	S3	gsi	S2	ea	N	geffts
12	3411222	290,40	1,35	S3	sa	N	efifts	S2	s	N	efftsa	N	geffts
13	3421323	3.269,80	15,20	S3	fftsa	N	efifts	S2	a	S3	efftsa	N	geffts
14	3421222	648,20	3,01	S3	fftsa	S2	s	S2	ai	N	efftsa	N	geffts
15	3433223	3.388,36	15,75	S3	fftsa	S2	s	S2	ai	N	efftsai	N	geffts
16	4411313	105,30	0,49	N	gesa	S1		N	geffti	N	efftsa	S1	
<i>Sông suối</i>		<i>1.921,80</i>	<i>8,93</i>										
TỔNG CỘNG		21.510,04	100,00										

Chú thích các ký hiệu:

MTH: Mức thích nghi

S1: Thích hợp cao

S2: Thích hợp trung bình

S3: Ít thích hợp

N: Không thích hợp

YTHC: Yếu tố hạn chế

G: Loại đất

E: Địa hình tương đối

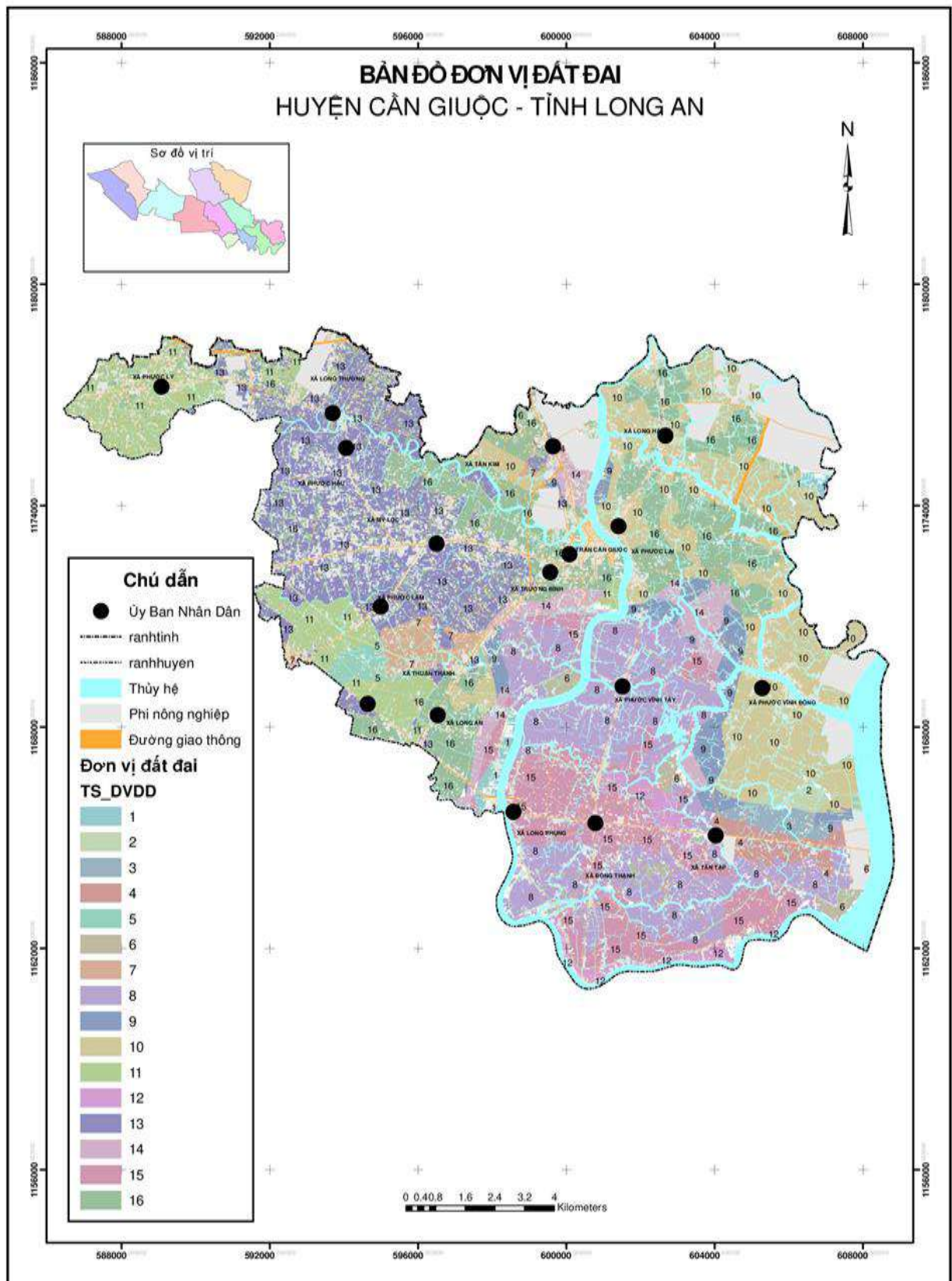
F: Độ sâu ngập

S: Thời gian bị mặn

I: Điều kiện tưới

Ft: Thời gian ngập

A: Thời gian bị chua



Hình 3-12. Bản đồ đánh giá thích nghi đất đai huyện Cần Giuộc

3.4. MÔ PHỎNG DIỄN BIẾN MẶN TẠI CÁC VỊ TRÍ THỰC NGHIỆM BẰNG MÔ HÌNH HYDRUS 1D

3.4.1. Thiết lập và lựa chọn vị trí xây dựng mô hình

Như đã đề cập trong chương 2, mô hình Hydrus-1D dựa trên các nghiệm số của phương trình Richards, được sử dụng để mô phỏng chuyển động của nước và vận chuyển chất tan (muối) qua lớp đất bão hòa thẳng đứng một chiều chịu sự dao động của mực nước ngầm tại khu vực thực nghiệm. Ưu điểm của mô hình Hydrus-1D có thể mô phỏng tùy biến trong hệ thống liên kết “đất - cây trồng - khí hậu” và ước tính khối lượng và chất lượng nước trong một số hệ thống canh tác khác nhau theo quan điểm nông học.

Vì vậy dựa trên các mô hình canh tác trong khu vực đã tiến hành đo độ mặn và thu thập các dữ liệu hóa lý đất ở các xã Mỹ Lộc, Long Phụng, Long An, Tân Tập, Phước Vĩnh Tây, Đông Thạnh, Phước Vĩnh Đông, Trường Bình. Vị trí các điểm mẫu thực nghiệm được xem xét trên cơ sở khoanh vùng độ mặn mà các loại hình sử dụng đất nông nghiệp thường xuyên trong kết quả điều tra nông hộ và ý kiến của chính quyền địa phương. Tuy nhiên để lựa chọn mẫu quan trắc độ mặn trên các loại hình canh tác có ảnh hưởng mặn thì phải tiến hành lọc và chọn vị trí có thể đo đặc độ mặn trong đất ít nhất 3 vụ. Vị trí lấy mẫu được xác định theo trục đề bao giữa vùng thượng và vùng hạ cách đề 10-50m, các mẫu khác lấy theo tuyến kênh và rạch vị trí cách bờ khoảng 10-50m và tại các điểm cống, đập lấy nước tùy theo thông tin phân tích từ điều tra nông hộ và kinh nghiệm quản lý theo dõi về ảnh hưởng mặn của chính quyền địa phương.

Nghiên cứu trên 05 mẫu thực nghiệm, vị trí các mẫu này có kết quả phân tích mẫu của EFS đã chứng minh mức độ sodic tại các loại hình **01 lúa, 01 tôm, 01 lúa tôm và 02 mẫu ở mô hình tôm và tôm lúa thất bại bỏ hoang** nhằm kiểm chứng hậu quả của việc thất bại do độ mặn trong đất thay đổi (Hình 3.13).

PVT1: mẫu trên **mô hình chuyên lúa: 2 vụ** tại xã Phước Vĩnh Tây (PVT1) tại vị trí mẫu số 1 từ trước năm 2015 độ mặn chỉ xuất hiện vào tháng 3 nhưng không đáng kể. Năm 2016, độ mặn tăng cao từ 0.3 đến 0.4 ‰ làm chết lúa cả 2 vụ (vụ đông xuân và mùa).

PVĐ3: Mẫu đất trên được lấy tại **mô hình nuôi tôm** xã Phước Vĩnh Đông (PVĐ3) tại vị trí mẫu số 3 cũng tương ứng với mô hình nuôi tôm thẻ. Từ năm 2010 - 2013 là đất lúa 2 vụ độ mặn thấp ($<0,26\text{‰}$) nhưng từ 2013 thay đổi sang nuôi tôm độ mặn tăng lên đến 0.326‰ nhưng vẫn có thể thích hợp nuôi tôm và cho năng suất cao. Đầu năm 2015 năng suất giảm còn 50% do độ mặn tăng đột ngột gấp 3-4 lần nên đất dễ hoang hoặc một số chuyển loại hình nuôi tự nhiên để giảm chi phí đầu tư.

TT1: mẫu ở vị trí mẫu số 1 ở xã Tân Tập (TT1) được chọn vì là nơi có **mô hình canh tác lúa –tôm** trong nhiều năm và năm 2015 chịu sự ảnh hưởng của mặn làm năng suất lúa giảm đến 100%, năng suất tôm cũng giảm đi 70% sản lượng.

ĐT1: mẫu ở xã Đông Thạnh tại vị trí thứ 1 nơi có thời gian canh tác **tôm** nhiều năm nhưng do thất bại người dân không thể tiếp tục canh tác và bỏ hoang từ năm 2015

LP3: mẫu ở vị trí mẫu số 3 ở xã Long Phụng (LP3) được chọn vì là nơi có loại hình canh tác chuyên **lúa –tôm** có 3 vụ liên tiếp thất bại do mặn.



Hình 3-13. Vị trí 05 điểm mô phỏng bằng mô hình HYDRUS 1D

3.4.2. Đặc trưng các phẫu diện đất tại các mô hình thực nghiệm

Bảng 3-12. Phẫu diện đất CG02 ở mô hình chuyên lúa Phước Vĩnh Tây (PVT1) và mô hình nuôi tôm Phước Vĩnh Đông (PVD3)

Tầng đất (cm)	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Tổng số (%)			Dễ tiêu mg/100g		Cation meq/100g		CEC meq/100g	Thành phần cơ giới (%)		
			N	P	K	N	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺		Cát	Thịt	Sét
00-30	5,18	4,27	0,22	0,09	0,93	2,43	7,51	9,18	1,26	18,26	32	19	49
30-60	7,20	6,60	0,06	0,07	0,95	1,46	2,87	10,35	1,65	17,71	26	18	56
60-100	7,10	6,27	0,04	0,02	0,91	1,44	0,80	9,18	0,75	15	22	21	57

Bảng 3-13. Đặc điểm phẫu diện đất CG18 ở xã Long Phụng (LP3), CG10 ở xã Tân Tập (TT1), CG15 ở xã Đông Thạnh (ĐT1)

Tên phẫu diện	Tầng đất (cm)	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Tổng số (%)			OM (%)	Cation meq/100g		CEC meq/100g	Thành phần cơ giới (%)		
				N	P	K		Ca ²⁺	Mg ²⁺		Cát	Thịt	Sét
CG18 (LP3)	0- 30	5,79	4,78	0,08	1,12	9,78	9,78	19,28	16,00	17,00	51,20	19,28	29,52
	30-60	5,74	4,58	0,05	1,34	5,12	5,12	12,00	12,50	17,00	48,48	22,00	29,52
	60-100	5,29	4,35	0,05	1,30	6,64	6,64	11,50	10,50	19,50	52,48	24,00	23,52
CG10 (TT1)	0-30	6,10	5,40	0,26	0,13	2,24	4,78	1,28	3,00	16,50	11,05	32,26	56,69
	30 -60	3,10	2,80	0,23	0,08	2,20	4,03	1,05	3,80	16,50	12,14	34,13	53,73
	60-100	3,5	2,9	0,23	0,08	1,50	3,56	1,24	5,80	16,12	9,01	38,20	52,79
CG15 (ĐT1)	0-30	4,08	3,48	0,36	0,11	0,87	10,52	1,96	1,96	16,26	40,08	19,28	40,64
	30 - 60	3,52	3,02	0,11	0,03	0,85	3,56	0,59	0,59	13,03	34,08	15,28	50,64
	60-100	3,25	3,0	0,14	0,03	0,78	13,31	1,08	1,08	20,17	36,08	21,28	42,64

Đặc điểm phẫu diện mẫu đất nghiên cứu cho lúa và cây trồng khác từ 0 - 100 cm: chọn số lớp phẫu diện điển hình là 3 lớp tương ứng cho tầng rễ cây 0 - 30 cm, 30 - 60 cm và 60 - 100 cm tương ứng với % các thành phần cơ giới có trong lớp đất. Bảng 3.12 và Bảng 3.13 là đặc trưng các phẫu diện đất tại các mô hình thực nghiệm ở Cần Giuộc. Phẫu diện đất CG02 ở mô hình chuyên lúa Phước Vĩnh Tây (PVT1) và mô hình nuôi tôm Phước Vĩnh Đông (PVD3), phẫu diện CG18 ở mô hình lúa-tôm ở Long Phụng (LP3), CG10 ở xã Tân Tập (TT1), CG15 ở xã Đông Thạnh (ĐT1).

3.4.3. Số liệu đầu vào mô hình Hydrus -1D

i) Các thông số thủy lực từ phương trình Van Genuchten

Bảng 3-14. Giá trị trung bình các thông số thủy lực và đường cong giữ nước của đất cho 11 nhóm kết cấu đất chính theo Bộ Nông nghiệp Mỹ USDA

Kết cấu đất	θ_r	θ_s	α	n	K_s
			1/cm		cm/day
cát	0,020	0,417	0,138	1,592	504
cát mùn	0,035	0,401	0,115	1,474	146,6
mùn cát	0,041	0,412	0,608	1,322	62,16
đất mùn	0,027	0,434	0,090	1,220	16,32
đất mùn	0,015	0,486	0,048	1,211	31,68
đất sét pha cát	0,068	0,330	0,036	1,250	10,32
đất sét mùn	0,075	0,390	0,039	1,194	5,52
đất sét pha bùn	0,040	0,432	0,031	1,151	3,60
đất sét pha cát	0,109	0,321	0,034	1,168	2,88
sét pha	0,056	0,423	0,029	1,127	2,16
đất sét	0,090	0,385	0,027	1,131	1,44

Các thông số này bao gồm đường cong giữ nước, liên hệ giữa hàm lượng nước thể tích với cột áp nước trong đất $\theta(h)$ trong phương trình (2.4) và đường cong độ dẫn thủy lực với cột áp $K(h)$ trong phương trình (2.5) và $K(\theta)$ trong phương trình (2.6). Việc

đo đạc các thông số thủy lực này trong phòng thí nghiệm và ngoài hiện trường thường tốn thời gian và khá tốn kém. Vì vậy các thông số thủy lực và đường cong giữ nước của đất mô tả bởi Van Genuchten (1980) được ước tính bằng cách dựa trên các nhóm kết cấu đất chính từ ngân hàng dữ liệu trong Bảng 3.14 hoặc sử dụng chương trình Rosetta của USDA (United States Department of Agriculture).

Lấy kết cấu đất trong các phẫu diện từ Bảng 3.12 và 3.13 dùng chương trình Rosetta ước tính được giá trị các thông số Van Genuchten trong Bảng 3.15:

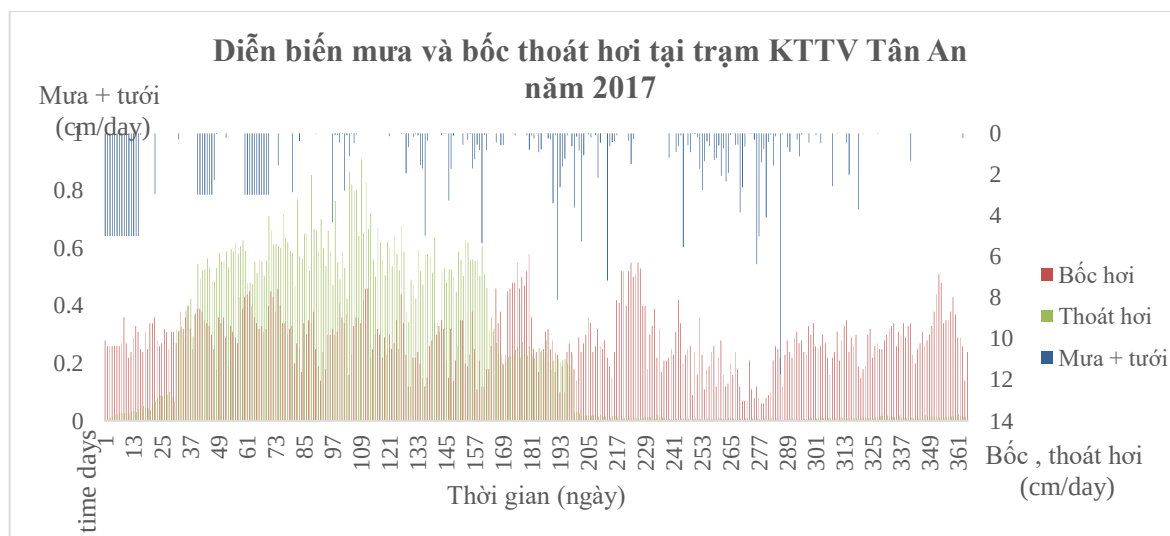
Bảng 3-15. Các thông số của phương trình Van Genuchten cho các phẫu diện đất

Phẫu diện đất/ Vị trí TN	Độ sâu cm	θ_r cm ³ /cm ³	θ_s cm ³ /cm ³	α 1/cm	n	K_s cm/day
CG02/	0 - 30	0.091	0.451	0.023	1.230	11.71
PVT1 (lúa 2 vụ)	30 - 60	0.095	0.470	0.022	1.202	15.55
PVĐ1 (tôm)	60 -100	0.096	0.479	0.020	1.216	17.90
	0 - 30	0.092	0.495	0.020	1.224	13.70
CG18/	30 - 60	0.091	0.456	0.021	1.244	12.33
LP3 (tôm lúa)	60 -100	0.094	0.473	0.019	1.241	17.10
	0 - 30	0.101	0.502	0.017	1.258	25.35
CG10/	30 - 60	0.100	0.497	0.016	1.276	22.64
TT1(hoang)	60 -100	0.101	0.503	0.015	1.294	21.67
	0 - 30	0.084	0.427	0.023	1.261	7.43
CG15/	30 - 60	0.077	0.402	0.025	1.270	9.35
ĐT1(tôm)	60 -100	0.081	0.418	0.021	1.294	6.20

ii) Điều kiện ban đầu và điều kiện biên

+ Thời gian bắt đầu mô phỏng là ngày 01/01/2017 đến 31/12/2017 trong khoảng 365 ngày cho 2 vụ lúa Đông Xuân và Hè Thu, với bước thời gian từ 0.001 ngày.

+ Điều kiện biên trên (Upper Boundary Condition): ở bề mặt đất, điều kiện biên khí quyển là mưa, bốc hơi và thoát hơi cây trồng (hoặc vật nuôi) và lớp nước tưới được lấy tại trạm KTTV Tân An gồm có mưa, bốc hơi, thoát hơi ngày.



Hình 3-14. Diễn biến mưa và bốc thoát hơi tại trạm KTTV Tân An năm 2017

Vụ Đông Xuân bắt đầu được gieo sạ vào khoảng cuối tháng 11 đầu tháng 12 năm trước và thu hoạch vào cuối tháng 2, đầu tháng 3. Sau thời gian thu hoạch, đất được nghỉ khoảng 3 tháng. Đến giữa tháng 5 bắt đầu xuống giống vụ Hè Thu. Trong trường hợp có tưới thì thêm mức tưới theo công thức ướn khô xen kẽ với mức tưới 5 cm trong thời gian 10 ngày, 40 ngày và 70 ngày sau khi sạ đối với vụ Đông Xuân.

+ Điều kiện biên dưới (Lower Boundary Condition): Free Drainage (không có tầng không thấm). Mực nước ngầm cách mặt đất 100cm.

+ Điều kiện ban đầu (Initial Condition): lớp nước mặt ruộng 5cm, độ mặn ban đầu trong dung dịch đất đo được 0, 64 g/l (trong tháng I).

+ Dựa trên vật liệu tầng chứa nước, độ dày và độ dẫn thủy lực, hệ số khuếch tán (Diffusion Coefficient) được cố định là 2 cm²/day.

+Yêu cầu về một số chỉ tiêu về nhu cầu nước và đặc tính rễ cây trồng dựa theo kết quả tính của [Wesseling, 1991].

Bảng 3-16. Lịch thời vụ cho mô hình mô phỏng

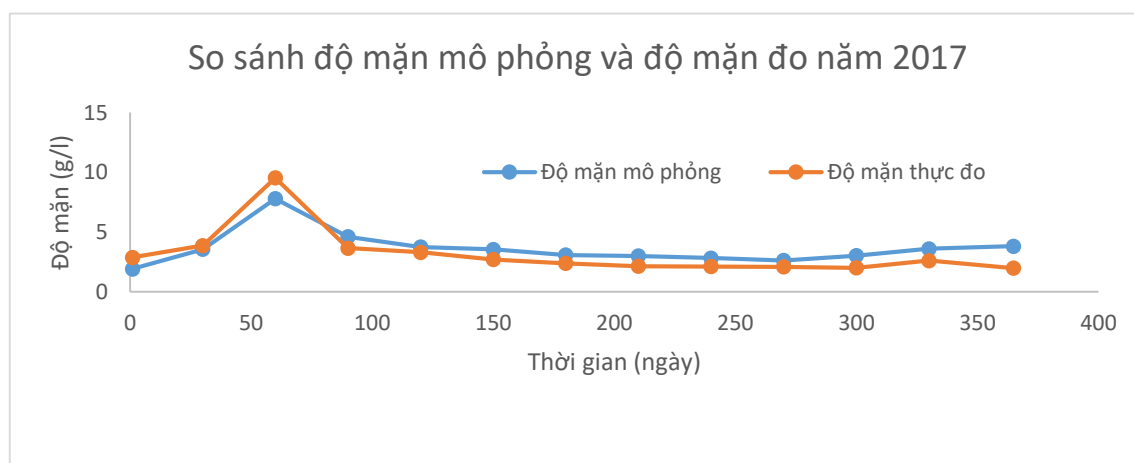
Vụ mùa	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Đông Xuân	↓	↓									↓	
Hè Thu												

Ghi chú: Thời đoạn tưới



iii) Hiệu chỉnh mô hình

Trong nghiên cứu này, mô hình Hydrus-1D đã được hiệu chỉnh bằng cách sử dụng các điều kiện biên tại địa điểm nghiên cứu là vùng chuyên lúa Phước Vĩnh Tây và số liệu đo độ mặn của dung dịch đất trong năm 2017. Đây là vị trí được đánh giá là khả năng ảnh hưởng mặn đối với cây trồng là lúa cần được quan tâm và nằm hoàn toàn ở khu vực vùng hạ tranh chấp giữa mặn và ngọt. Các tham số van Genuchten-Mualem được ước tính thông qua các hàm Pedotransfer Rosetta Schaap et al. [112] hoặc bằng cách sử dụng phân bố kích thước hạt được tính trong Bảng 4.18. Đối với các giá trị ban đầu của các tham số vận chuyển chất muối tan trong vùng rễ (0, 30 cm), độ phân tán (λ) được lấy giá trị trung bình là 8,9 dựa trên 67 loại đất có kết cấu phù sa theo nghiên cứu của Vanderborght và Vereecken [115]. Trong mô hình Hydrus, ước lượng tham số nghịch đảo được dựa trên độ chênh áp lực nước tương đối đơn giản, phương pháp tối ưu hóa cục bộ của Marquest-Levenberg [98]. Trong trường hợp này, các giải pháp nghịch đảo đã được sử dụng để tối ưu hóa đồng thời các thông số vận chuyển thủy lực và chất tan trong đất bằng cách sử dụng dữ liệu quan sát, điều kiện ban đầu, ước tính ban đầu và điều kiện biên. Để đánh giá kết quả trong tính toán, hai thông số thống kê được sử dụng để đánh giá sự tương quan tốt nhất của các thông số là hệ số xác định (R^2) và sai số Nash Sutcliffe (NSE).



Hình 3-15. Biểu đồ so sánh độ mặn mô phỏng và độ mặn năm 2017

Kiểm chứng với số liệu mặn mô phỏng với số liệu đo thực năm 2017 tại các thời điểm theo hai thông số thống kê được sử dụng để so sánh trực tiếp giữa các mô hình và

để đánh giá sự tương quan tốt nhất của các thông số được tối ưu là hệ số xác định $R^2 = 0.78$ và sai số $NSE = 0.73$ trong Bảng 3.17 và Hình 3.15. Với N là tổng số các bước thời gian, $O_j(z,t)$ là số liệu quan trắc và $E_j(z,t,b)$ là số liệu ước tính cho thấy giá trị tốt $0.65 < NSE < 0.75$ là chấp nhận và $R^2 > 0.7$ kết quả tính khá hợp lý giữa các giá trị ước tính với số liệu quan trắc. Vì vậy có thể sử dụng các thông số mô hình dùng cho việc mô phỏng và tính toán các kịch bản.

Bảng 3-17. So sánh độ mặn mô phỏng và độ mặn thực đo năm 2017

Ngày	Độ mặn mô phỏng (E_j)	Độ mặn quan trắc (O_j)	$[O_j - E_j]$	$[O_j - O_{tb}]$	$[O_j - E_j]^2$	$[O_j - O_{tb}]^2$
1	1.907	2.867	0.960	-0.301	0.9216	0.0906
30	3.548	3.869	0.321	0.701	0.1028	0.4908
60	7.791	9.536	1.745	6.368	3.0450	40.551
90	4.594	3.647	-0.947	0.479	0.8968	0.2294
120	3.738	3.302	-0.436	0.134	0.1901	0.0179
150	3.535	2.702	-0.833	-0.466	0.6939	0.2172
180	3.078	2.370	-0.708	-0.798	0.5015	0.6369
210	2.992	2.132	-0.860	-1.036	0.7396	1.0734
240	2.821	2.111	-0.710	-1.057	0.5047	1.1173
270	2.616	2.077	-0.539	-1.091	0.2905	1.1904
300	3.020	1.995	-1.025	-1.173	1.0506	1.3760
330	3.595	2.598	-0.997	-0.570	0.9930	0.3250
365	3.807	1.979	-1.828	-1.189	3.3416	1.4138
		$O_{tb} = 3.168$	$\Sigma[O_j - E_j] = 11.909$	$\Sigma[O_j - O_{tb}] = 15.363$	$\Sigma[O_j - E_j]^2 = 13.556$	$\Sigma[O_j - O_{tb}]^2 = 48.730$

iv) Các kịch bản mô phỏng

Các kịch bản (KB) nhằm để hiểu được sự tương tác giữa nước trong đất, chất hòa tan (muối) đối với các loại hình sử dụng đất khác nhau và giả định dự báo xu thế độ mặn thay đổi theo thời gian để đánh giá khả năng thích nghi đất đai phù hợp với mục tiêu phát triển của vùng. Dựa trên yêu cầu đó có 2 loại hình sử dụng đất được mô phỏng sẽ bị tác động nhiều nhất khi áp dụng ở vùng nghiên cứu là: LUT 1: Lúa 3 vụ (ĐX - HT- TĐ); LUT 2: Lúa – Tôm vì vị trí thuộc khu vực ảnh hưởng mặn của vùng hạ ngoài đê bao. Khu vực trong đê bao (vùng thượng) các loại hình sử dụng đất như rau màu, cây trồng lâu năm và đất vườn không được lựa chọn mô phỏng vì ảnh hưởng mặn không đáng kể.

Bảng 3-18. Các kịch bản mô phỏng

Loại hình sử dụng đất	Tên kịch bản	Chi tiết kịch bản
LUT 1 Mô hình Lúa 3 vụ (ĐX - HT- TĐ)	KB1	Mô hình lúa 3 vụ (ĐX - HT- TĐ), thông số thủy lực CG02, tham chiếu dữ liệu KTTV, độ mặn năm 2017 tại VPT1.
	KB2	Độ sâu MNN tăng 30% so với độ sâu tham chiếu năm 2017, MNN + 30%.
	KB3	Độ sâu MNN giảm 30% so với độ sâu tham chiếu năm 2017, MNN-30%
	KB4	Độ mặn tăng 30% so với độ sâu tham chiếu năm 2017, C + 30%
LUT2 Mô hình Lúa – Tôm	KB5	Mô hình lúa – Tôm, thông số thủy lực CG18, tham chiếu dữ liệu KTTV, độ mặn năm 2017 tại LP3.
	KB6	Độ sâu MNN tăng 30% so với độ sâu tham chiếu năm 2017, MNN + 30%.
	KB7	Độ sâu MNN giảm 30% so với độ sâu tham chiếu năm 2017, MNN-30%.
	KB8	Độ mặn tăng 30% so với giá trị tham chiếu năm 2017, C + 30%.

Ngoài ra, kịch bản xây dựng giúp đánh giá xu hướng thay đổi của độ sâu mực nước ngầm (MNN) và độ mặn ảnh hưởng đến vùng canh tác lúa trong khu vực nghiên cứu. Tất cả các kịch bản mô phỏng này được liệt kê trong Bảng 3.18. Có tất cả 8 kịch

bản được xây dựng trong đó KB1 và KB5 là kịch bản hiện trạng năm 2017 của 2 loại hình lựa chọn cho mô phỏng dự báo.

3.4.4. Kết quả mô phỏng các kịch bản

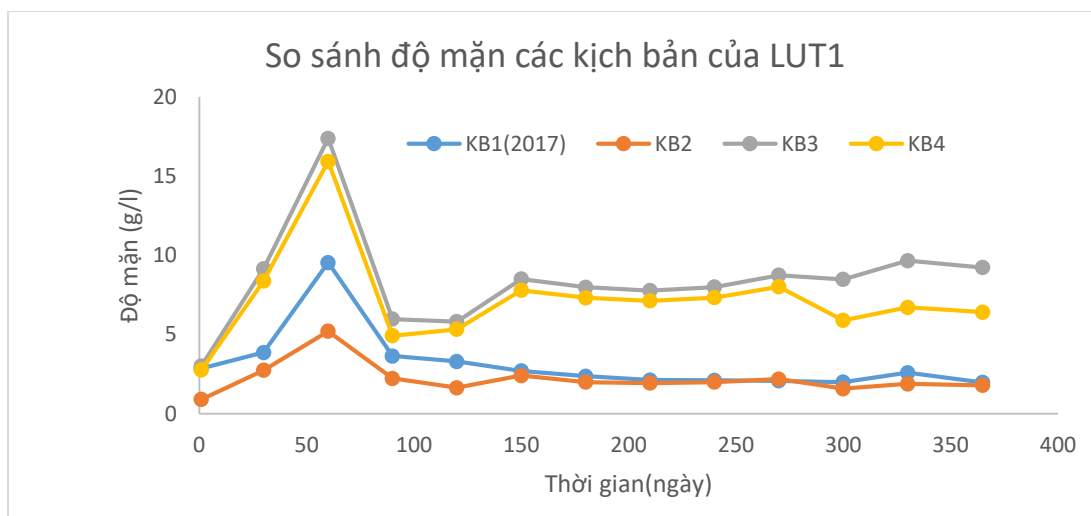
3.4.4.1. Mô hình canh tác

* LUT 1: Mô hình lúa 3 vụ (ĐX - HT- Thu Đông)

Bảng 3-19. Lịch thời vụ của LUT1

Vụ mùa	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Đông Xuân												
Hè Thu												
Thu Đông												

Mô hình lúa 3 vụ có thể được thực hiện tại những vùng có hệ thống thủy lợi hoàn chỉnh với đê bao ngăn lũ và cống ngăn mặn tiêu thoát nước tốt. Sử dụng các thông số thủy lực CG02, tham chiếu dữ liệu KTTV, độ mặn năm 2017 tại VPT1. Vụ Đông Xuân bắt đầu xuống giống từ đầu tháng 12 năm trước và thu hoạch vào khoảng tháng 3. Sau đó khoảng một tháng, đến đầu tháng 4 bắt đầu xuống giống vụ Hè Thu sớm và thu hoạch vào giữa tháng đến cuối tháng 7. Sau khi thu hoạch vụ Hè Thu sớm khoảng một tháng, tiếp tục xuống giống vụ Thu Đông vào khoảng cuối tháng 8 đến đầu tháng 9 và thu hoạch vào cuối tháng 11, đầu tháng 12 (Bảng 3.19). Từ kết quả mô phỏng cho thấy diễn biến của dòng chảy ở lớp mặt theo thời gian tháng 12 đến cuối tháng 3 cho thấy lượng nước mặt là thấp nhất là do không đủ lượng nước tưới, cực điểm vào ngày 60 đến 90 (tháng 2, tháng 3). Tuy nhiên giai đoạn tháng 2 là giai đoạn lúa trổ đồng và ngâm hạt nên lượng nước rất quan trọng quyết định đến năng suất. Diễn biến mặn tăng dần trên tầng mặt từ tháng 11- đến tháng 3 nồng độ cao nhất 9.536g/l (KB1), 17.373 g/l (KB3), 15.925 g/l (KB4) đây là độ mặn không phù hợp cho sinh trưởng và phát triển của lúa. Tuy nhiên giai đoạn này ở KB1 vẫn có thể chấp nhận do đây là giai đoạn chờ thu hoạch.



Hình 3-16. Biểu đồ độ mặn các kịch bản của LUT1

Bảng 3-20. Kết quả ước tính độ mặn các kịch bản của LUT1

Ngày	Độ mặn (g/l)			
	KB1(2017)	KB2	KB3	KB4
1	2.867	0.906	3.021	2.769
30	3.869	2.743	9.144	8.382
60	9.536	5.212	17.373	15.925
90	3.647	2.230	5.982	4.930
120	3.302	1.647	5.814	5.330
150	2.702	2.410	8.505	7.796
180	2.370	1.997	7.986	7.321
210	2.132	1.944	7.776	7.128
240	2.111	1.998	7.992	7.326
270	2.077	2.187	8.748	8.019
300	1.995	1.590	8.480	5.894
330	2.598	1.884	9.660	6.714
365	1.979	1.799	9.228	6.413

Độ mặn tích tụ theo độ sâu tầng đất xuất hiện rõ nét trên tầng mặt và tầng 0-20cm và giảm dần xuống các tầng bên dưới. Ở KB1 biến động tầng hút nước của rễ cho thấy lượng nước không thay đổi nhiều, độ mặn xuất hiện vào mùa khô lớn nhất là 3.250g/l ở tầng rễ vẫn an toàn trong giới hạn sinh học của cây.

*** LUT 2: Mô hình lúa – Tôm**

Mô hình lúa - tôm sử dụng các thông số thủy lực CG18, tham chiếu dữ liệu KTTV, độ mặn năm 2017 tại LP3. Lúa Mùa được gieo cấy sau khi thu hoạch xong vụ tôm vào khoảng giữa tháng 9 và thu hoạch vào giữa tháng 1 năm sau. Việc sản xuất vụ lúa Mùa trên đất nuôi tôm phụ thuộc nhiều lượng mưa và chất lượng nước dưới đất.

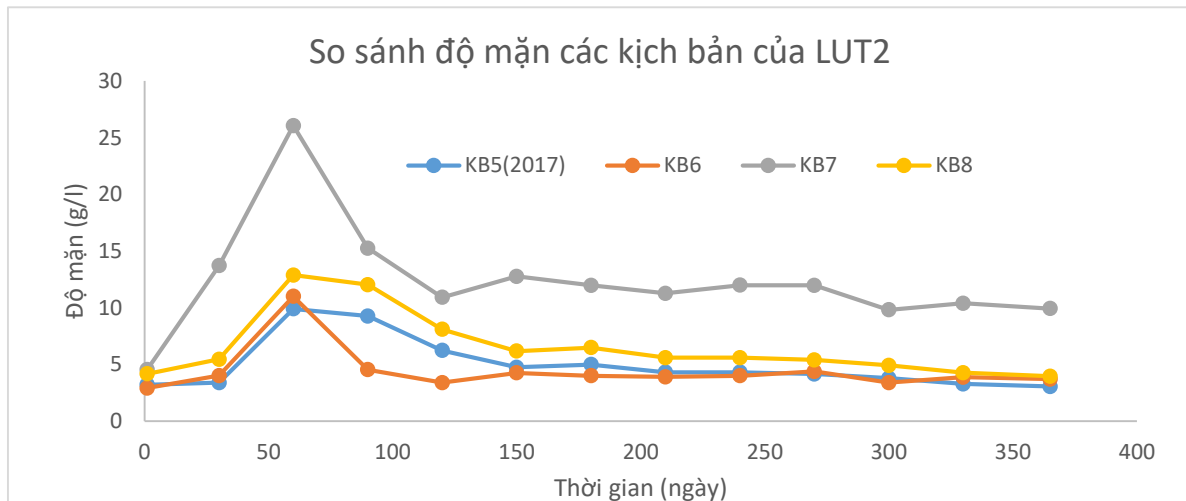
Bảng 3-21. Lịch thời vụ của LUT2

Vụ mùa	Jan	Feb		Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Lúa mùa													
Tôm													

Từ kết quả mô phỏng cho thấy diễn biến của dòng chảy ở lớp mặt theo thời gian cho thấy lượng nước mặt khan hiếm, diễn biến mặn rõ nét độ mặn tăng cao từ tháng 3, 4 và giảm nhẹ vào tháng 5. Đối với kịch bản hiện trạng (KB5) thì thời điểm vụ lúa mùa từ tháng 10 đến tháng 12, tháng 1 năm sau nồng độ mặn vẫn có thể canh tác được lúa đến 3.20g/l vẫn có thể an toàn với cây lúa vào thời điểm chính vụ. Tuy nhiên với các KB7 và KB8 độ mặn vào các thời điểm này cao hơn độ mặn thấp nhất cũng ở ngưỡng 4.16-4.53g/l không phù hợp với các giống lúa nhạy cảm với độ mặn và nếu không tranh thủ thì sẽ hoàn toàn quá mặn với các loại cây trồng khi gieo hạt hoặc thu hoạch trễ, chỉ có thể thích hợp với loại hình tôm. Ở KB5 đến khi bắt đầu vụ tôm (tháng 3-giữa tháng 8) độ mặn tăng khá cao và kéo dài 2 tháng (3 và 4) do nước mặn được lấy từ kênh giảm dần vào giữa tháng 5 do mưa với nồng độ cao nhất là 9.9g/l và chỉ giảm cao hơn trên ngưỡng 4g/l. Đối với KB7, KB8 vụ tôm có nồng độ mặn cao hơn vào thời gian này lên đến 26.5g/l và 12.8g/l và sau đó giảm nhưng vẫn ở ngưỡng > 10 g/l kéo dài thời gian mặn hoàn toàn ở KB7. Biến động tầng hút nước của rễ cho thấy vào các tháng mùa khô lượng nước và mặn (cao nhất vào giữa tháng 3, 4, 5 tăng và giảm dần vào mùa mưa (Phụ

lục 10). Do vậy việc cân chỉnh thời gian chuyển tiếp giữa 2 vụ (tháng 9, 10) bắt đầu và kết thúc (tháng 2,3) sẽ phải phụ thuộc vào nguồn nước ngọt từ mưa, mặn sẽ làm ảnh hưởng lớn đến năng suất lúa nếu thời gian trở gập mặn >3. 5- 4 g/l.

Theo kết quả mô phỏng các kịch bản cho thấy độ ẩm và tích tụ muối ở tầng rễ 0-20cm cho thấy độ ẩm của các kb3 và kb7 là thấp nhất do mực nước ngầm giảm và đồng nghĩa với việc nước bề mặt thiếu nghiêm trọng, trong khi nếu tăng nồng độ mặn 30% ở KB4, KB8 thì khả năng thấm trong đất giảm, độ tích tụ muối làm kết cấu đất bị thay đổi kém tối xấp hơn so với thông số KB1, KB5. (Bảng 3.20, Bảng 3.22). KB2, KB6 là điều kiện khá lý tưởng đồng nghĩa với việc đảm bảo ngăn mặn tốt và các biện pháp giữ ổn định mnn và độ mặn mô phỏng tương ứng thấp hơn độ mặn hiện trạng.

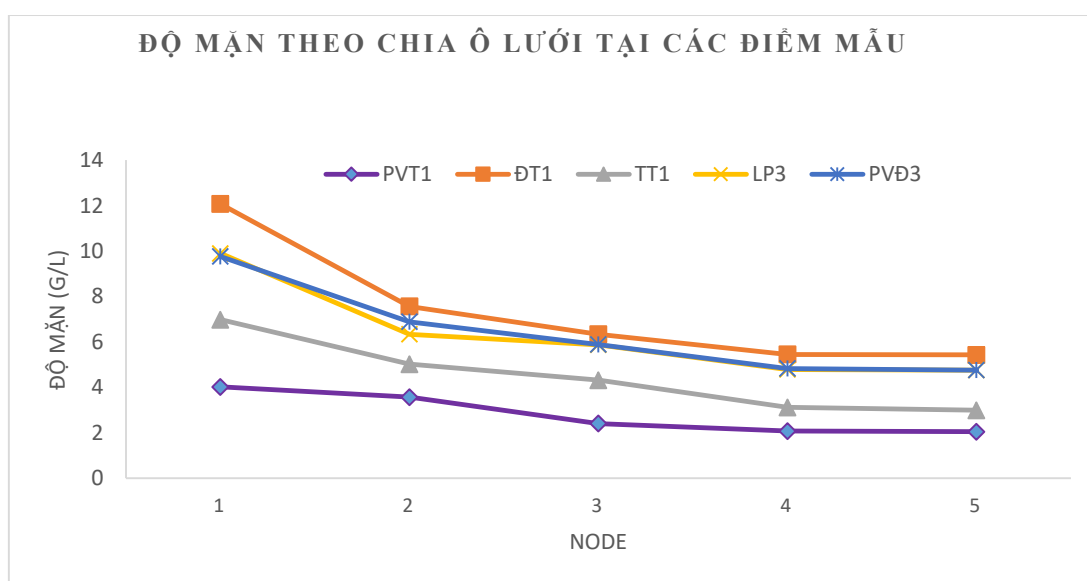


Hình 3-17. Biểu đồ độ mặn các kịch bản của LUT2

Nồng độ mặn phân cấp theo phân cấp lớp của từng cột vị trí mẫu thực nghiệm theo mô hình Hydrus 1D mô phỏng từ 1-5 tương ứng các khoảng các node 20, 35, 50, 65 và 80 cm cho thấy độ mặn tích tụ trên tầng mặt (1-20) tại các mẫu đo ĐT1, LP3, PVD3, TT1 cao (6.98 g/l đến 12.07 g/l) trong khi PVT1 là 4.02 g/l và tại tầng 2 (20 cm -35 cm) độ mặn giảm hẳn, mặn ít đối với PVT1 (3.57g/l) và còn mặn trung bình tại ĐT1 (7.56 g/l), TT1 (5.02 g/l), LP3 (6.34 g/l) và PVD3(6.89 g/l) (Hình 3.18).

Bảng 3.22. Kết quả ước tính độ mặn các kịch bản của và LUT2 so với độ mặn 2017

Ngày	Độ mặn (g/l)			
	KB5(2017)	KB6	KB7	KB8
1	3.201	2.913	4.532	4.161
30	3.389	4.012	13.716	5.446
60	9.903	11.003	26.060	12.874
90	9.256	4.524	15.251	12.033
120	6.224	3.392	10.915	8.091
150	4.745	4.253	12.758	6.169
180	4.980	3.993	11.979	6.474
210	4.300	3.888	11.264	5.590
240	4.301	3.996	11.988	5.591
270	4.152	4.374	11.976	5.398
300	3.783	3.392	9.816	4.918
330	3.278	3.864	10.385	4.261
365	3.044	3.691	9.920	3.957



Hình 3-18. Biểu đồ nồng độ mặn phân bố theo Node tại 05 điểm mẫu năm 2017

Từ kết quả mô phỏng cho thấy diễn biến của dòng chảy ở lớp mặt theo thời gian tháng 12 đến cuối tháng 3 cho thấy lượng nước mặt là thấp nhất là do không đủ lượng nước tưới, cực điểm vào ngày 60 đến 90 (tháng 2, tháng 3). Tuy nhiên giai đoạn tháng 2 là giai đoạn lúa trổ đồng và ngâm hạt nên lượng nước rất quan trọng quyết định đến năng suất. Diễn biến mặn tăng dần trên tầng mặt từ tháng 11- đến tháng 3 nồng độ cao nhất 9.536g/l (KB1), 17.373 g/l (KB3), 15.925 g/l (KB4) đây là độ mặn không phù hợp cho sinh trưởng và phát triển của lúa. Tuy nhiên giai đoạn này ở KB1 vẫn có thể chấp nhận do đây là giai đoạn chờ thu hoạch. Độ mặn tích tụ theo độ sâu tầng đất xuất hiện rõ nét trên tầng mặt và tầng 0-20cm và giảm dần xuống các tầng bên dưới. Ở KB1 biến động tầng hút nước của rễ cho thấy lượng nước không thay đổi nhiều, độ mặn xuất hiện vào mùa khô lớn nhất là 3.250g/l ở tầng rễ vẫn an toàn trong giới hạn sinh học của cây. Tính hợp lý giữa khả năng lan truyền mặn trên bề mặt đối với lúa: càng trên trên bề mặt nồng độ mặn càng cao. Mặn chưa xâm nhập xuống các tầng dưới 40cm (<3 g/l), nồng độ vẫn có thể cải tạo khi có lượng nước ngọt vừa đủ. Riêng số liệu tại các mẫu tôm và ruộng do mặn bỏ hoang, có hiện tượng đất chặt khó thông thoáng, nồng độ mặn trên tầng mặt 0-20m đã xuất hiện tích tụ mặn theo thời gian.

3.4.4.2. Đánh giá các kịch bản dự báo

Qua kết quả so sánh nồng độ mặn các kịch bản và độ mặn năm 2017 (Bảng 3.20 và 3.22 và Hình 3.16 và 3.17) có thể dự báo:

*** *Độ sâu tới MNN tăng 30% so với độ sâu tham chiếu năm 2017, MNN + 30% (KB2, KB6)***

Với kịch bản này MNN tăng 30% khả năng vẫn có thể sử dụng tốt các LUT1 và LUT2, lượng nước trong tầng 0-20cm và 20-50cm vẫn có thể sử dụng tốt trong mùa khô từ tháng 11 đến cuối tháng 03. Độ mặn chỉ xuất hiện trên bề mặt và không đủ thời gian thấm, độ mặn sẽ giảm hẳn khi bắt đầu mưa và lượng nước ngầm tăng đủ có thể giữ trong tầng rễ trong mùa khô.

Điều này tương ứng với điều kiện thời tiết không có sự thay đổi và lượng nước ngọt cung cấp tốt vào mùa khô từ tháng 11 đến tháng 04. LUT1 sẽ thích hợp cho phát triển không quan tâm đến mặn, chỉ số độ mặn $< 2-3.5$ g/l trong ngưỡng an toàn với cây trồng, quan tâm đến lượng nước thoát vào mùa mưa. LUT2 sẽ đảm bảo được thời vụ do chưa ảnh hưởng của thời vụ, nhưng lại quan tâm đến giống tôm sao cho phù hợp do nồng độ mặn sẽ thấp hơn hiện tại. LUT2 sẽ được duy trì tốt do độ mặn thấp không ảnh hưởng đến vụ lúa, nhưng tôm phải chú trọng đến giống thích hợp (tôm thẻ chân trắng). Xu thế này tương ứng với sự cải thiện điều kiện tưới (thủy lợi) tốt đồng nghĩa với đầu tư kinh phí xây dựng cải tạo và biến đổi khí hậu không tác động.

*** Độ sâu MNN giảm 30% so với độ sâu tham chiếu năm 2017(KB3, KB7)**

Với kịch bản này, MNN giảm 30% và sự cân bằng của NĐĐ cho thấy sự thiếu hụt nước sẽ kéo dài bắt đầu từ đầu tháng 11 đến cuối tháng 5 năm sau. Độ mặn tích tụ trong các tầng đất (1, 2) sẽ thường xuyên hiện diện trong các tháng mùa khô và chỉ giảm rất ít vào giữa mùa mưa tháng 6,7.

LUT1 bị ảnh hưởng khá nhiều do lượng nước bề mặt hầu như thiếu $C_0 \leq 0$, lúa không thể canh tác thậm chí vào đầu mùa mưa. Vụ lúa đông xuân (tháng 12-tháng 3) sẽ ảnh hưởng nặng do thiếu nước nghiêm trọng. LUT2 sẽ chỉ có thể thay đổi thời gian trữ nước từ tháng 5,6,7,8,9 cho vụ tôm và thiếu hoàn toàn nước mặt và nước tích tụ trong các tầng đất, nồng độ mặn ước tính tăng tỷ lệ nghịch với độ giảm mực nước ngầm. Kết quả ước tính độ mặn ở 2 kịch bản này cho thấy khá cao so với ngưỡng chịu mặn của cây trồng, ảnh hưởng đến năng suất nếu không khống chế được nước tưới các giai đoạn phát triển của cây lúa và gia tăng đột ngột độ mặn của vụ tôm.

*** Độ mặn tăng 30% so với giá trị tham chiếu năm 2017(KB4, KB8)**

Với mô phỏng này cho mô hình LUT1 cho thấy không thể sử dụng được, độ mặn tích tụ đã hiện diện trong tầng rễ hoàn toàn thời gian mùa khô và mùa mưa. Thử nghiệm giả thuyết mặn tăng 30% cho thấy độ ẩm trong đất giảm sâu ở các lớp đất vào các tháng mùa khô sau đó tăng dần trong vụ mưa. Trái lại độ mặn tăng rất cao trong các tháng mùa khô và cao nhất trong khoảng thời gian từ ngày thứ 100 đến 150 (tháng 3,4) sau đó giảm dần vào các tháng 5,6,7 tuy nhiên ngưỡng mặn thấp nhất luôn vượt mức xa > 4 g/l. LUT2

có thể xem xét trong kịch bản nếu điều chỉnh được lượng nước rửa/tưới thời gian chuyển tiếp giữa vụ tôm và lúa (tháng 9-10) tuy nhiên với ngưỡng mặn này nên xem xét khả năng chịu mặn của các giống lúa.

Kịch bản MNN giảm (KB3, KB7) và độ mặn tăng (KB4, KB8) là 2 xu thế tất yếu có thể xem xét tương tự trong điều kiện biến đổi khí hậu gây hạn, mặn cho khu vực nghiên cứu. Tương ứng với diễn biến biến đổi khí hậu dự báo của Long An ở các kịch bản phát thải trung bình B2 và phát thải cao A1F1 đồng nghĩa với nhiệt độ và nước biển dâng 0,6-1m cho các diện tích cho LUT1, LUT2 hoàn toàn bị ảnh hưởng.

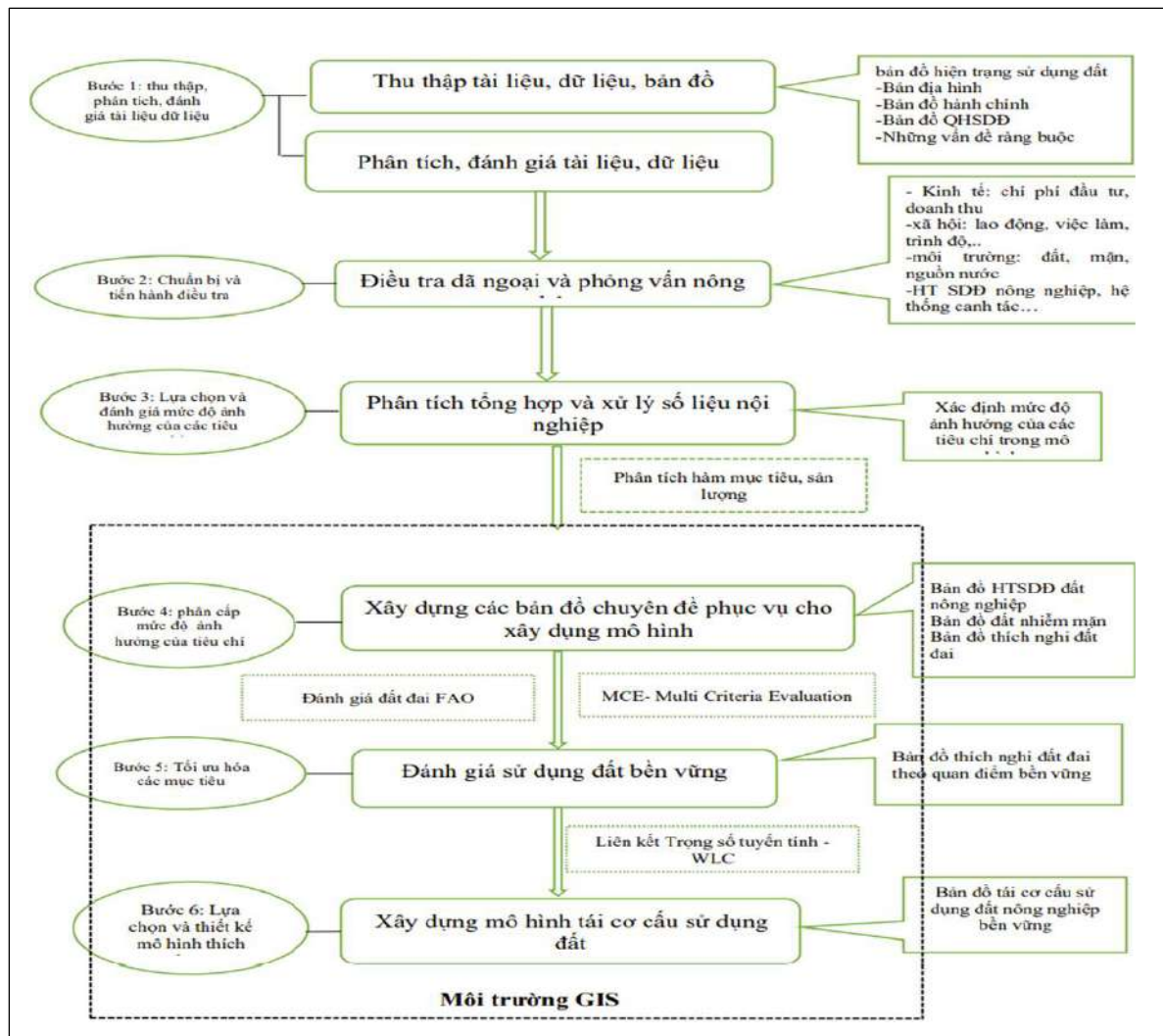
Nếu độ mặn ở các mô hình sử dụng đất không tăng, tương ứng với việc địa phương phải sử dụng lượng nước ngọt tưới cho các loại hình lúa, lúa-tôm vào tháng 3, tháng 4 thì khả năng cân bằng nước trong đất giảm độ mặn ở tầng canh tác 0-20cm có thể sử dụng cho cây trồng, đòi hỏi người dân phải thật sự tuân thủ thời gian canh tác và lấy nước nghiêm ngặt. Riêng đối với loại hình tôm và mẫu đo bị nhiễm mặn nồng độ mặn ngay trong tầng canh tác vẫn ở mức độ $>0.4\text{g/l}$ ngay trong mùa mưa và việc rửa mặn là không thể nên phải tìm cách sử dụng loại hình này cho loại hình sử dụng đất nông nghiệp truyền thống sẽ không khả thi.

Do sự của hiện tượng biến đổi khí hậu và nước biển dâng toàn cầu và ảnh hưởng nghiêm trọng đến khu vực nghiên cứu nên nồng độ mặn có khả năng sẽ tăng thêm trong thời gian tới, bằng chứng là tình trạng mặn ở các năm 2015, 2016, 2017 đã chứng minh nên độ mặn tăng lên, giả định với việc tăng thêm 30% và nước ngầm giảm 30% thì khả năng sử dụng nước tưới vào mùa khô là không khả thi đối với mô hình lúa và do vì lượng nước khu vực này vào mùa khô hoàn toàn mặn và độ mặn rất cao ở cách sông, kênh chính (Soài Rạp, Cần Giuộc,...).

3.5. ĐỀ XUẤT TÁI CƠ CẤU SỬ DỤNG ĐẤT NÔNG NGHIỆP TRONG ĐIỀU KIỆN BĐKH VÀ NBD TRÊN ĐỊA BÀN NGHIÊN CỨU

Kết quả phân tích thực nghiệm phân tích và số liệu đo mặn tại các điểm mẫu cho thấy việc sử dụng đất nông nghiệp hiện nay cần phải linh hoạt và có sự đánh giá trên tất cả các nhóm tiêu chí kinh tế, xã hội và môi trường, trong đó mặn được xem là một trong những yếu tố môi trường tác động đến diện tích đất nông nghiệp của địa phương. Xuất

phát từ những đặc điểm của đất nông nghiệp của địa bàn nghiên cứu trong điều kiện phát triển kinh tế, xã hội và ảnh hưởng mặn trong sản xuất nông nghiệp trong bối cảnh biến đổi khí hậu và nước biển dâng, yếu tố mặn được xem như một đại diện điển hình của tác động môi trường đất nông nghiệp nghiên cứu đã đề xuất thử nghiệm mô hình tái sử dụng đất nông nghiệp trên quan điểm bền vững xem như là giải pháp sử dụng đất nông nghiệp đã bị ảnh hưởng mặn sao cho hiệu quả và thích hợp (Sơ đồ 3.1).



Sơ đồ 3-1. Quy trình tái cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp

3.5.1. Phân tích thích nghi đất đai trên quan điểm bền vững

Áp dụng phương pháp đánh giá thích nghi đất đai của FAO (1976) để đánh giá đất đai và đánh giá đa mục tiêu KT-XH-MT làm nền tảng. Các tiêu chí chọn lọc cho đánh giá đa chỉ tiêu kết hợp trọng số tuyến tính (Weighting Linear Combination-WLC) và

hàm fuzzy membership để so sánh các cặp tiêu chí và yếu tố nhằm hướng đến các mục tiêu sử dụng đất nông nghiệp bền vững kết hợp các định hướng, chiến lược của địa phương và vùng...

Bảng 3-23. Các chỉ tiêu của các mục tiêu được sử dụng đánh giá cho SDD bền vững ở Cần Giuộc

Mục tiêu	Chỉ tiêu
Kinh tế	Tổng thu
	Tổng chi
	Lợi nhuận
	Hiệu quả đồng vốn
Xã hội	Khả năng áp dụng kỹ thuật
	Nhu cầu thị trường
	Chất lượng nguồn giống
	Lao động: ngày công lao động và hiệu suất ngày công lao động
Môi trường	Giảm đa dạng sinh học
	Khả năng sử dụng nguồn nước
	Quy mô và biến động diện tích đất nhiễm mặn

- *Về mặt xã hội*: từng nhân tố ảnh hưởng được đưa vào mô hình, có nhân tố ảnh hưởng trực tiếp đến hiện trạng như: Chính sách, an ninh, vốn, giống. Nhưng cũng có những yếu tố không tác động trực tiếp mà ảnh hưởng gián tiếp qua các yếu tố khác, hình thành nên mối quan hệ có ảnh hưởng qua lại với nhau trong mô hình: Chính sách về An ninh lương thực luôn được chính quyền địa phương ưu tiên phát triển, yếu tố về vốn quyết định tư liệu sản xuất cũng như công cụ sản xuất trong nông hộ.

Về mặt kinh tế: Vốn đầu tư, lợi nhuận, thị trường tiêu thụ, giá cả vật tư, thu nhập và hiệu quả kinh tế tác động trực tiếp lên hiện trạng, sự thay đổi các yếu tố đầu vào này quyết định mô hình canh tác.

- *Về mặt tự nhiên*: Yếu tố ảnh hưởng chính, quyết định hiện trạng canh tác trong tự nhiên chủ yếu là nguồn nước. Sau nguồn nước thì các yếu tố phụ: Cống ngăn mặn, chất lượng đất, vị trí đất, thời gian canh tác cũng một phần tác động vào hình thức canh

tác. Trong tự nhiên, nguồn nước giữ vai trò chủ đạo. Vùng mặn thì hiện trạng canh tác có thể là: chuyên tôm, nuôi trồng thủy hải sản nước mặn, Vùng đã bị nhiễm mặn ít thì cơ cấu có thể là: 1tôm - 1 lúa, tôm và vùng ngọt hoàn toàn bao gồm các xã vùng thượng thì cơ cấu chính: lúa 3 vụ, lúa 2 vụ , rau màu.

Bảng 3-24. Thứ tự ưu tiên (trọng điểm) các chỉ tiêu đánh giá

STT	Mục tiêu	Giá trị Trọng số
1	An toàn lương thực	
	- Tối ưu diện tích lúa	5
	- Nâng cao năng suất và sản lượng	3
	- Sản phẩm chất lượng cao	2
2	Lợi nhuận	
	- Tổng thu	9
	- Tổng chi	7
	- Lợi nhuận	6
	- Hiệu quả đồng vốn	7
3	Hiệu quả xã hội - vốn	
	- Lao động	8
	- Thị trường	8
	- Tập quán	2
	- Tín dụng	4
	- Kỹ thuật	6
4	Môi trường	
	- Hoang hóa đất	5
	- Giảm cá, tôm trên nội đồng	8
	- Gia tăng dịch bệnh	8
	- Gia tăng phèn hóa	5
	- Gia tăng mặn hóa đất	6

Giả sử có I tiêu chuẩn đánh giá và $\sum_1^I W_i = W_i > 0 (\forall i)$ Ta có so sánh cặp I x

I' và A_{ii}' , a_{ii}' là các giá trị so sánh: $A_{ii}' = W_i/W_i'$ và $A_{ii}' = 1/A_{ii}'$

Để so sánh giữa các mục tiêu, sử dụng thang đánh giá từ 1- 9. Điểm đánh giá các mục tiêu = $\Sigma (W \text{ chuẩn hóa } i * \text{Trọng điểm } j)$ Trong đó: i là điểm chuẩn hóa của tiêu chuẩn thứ i ; j là trọng điểm thứ j tương ứng với tiêu chuẩn thứ i (Eastman, J.R., P.A.K. Kyem, J. Toledano, and W. Jin. 1993)[7].

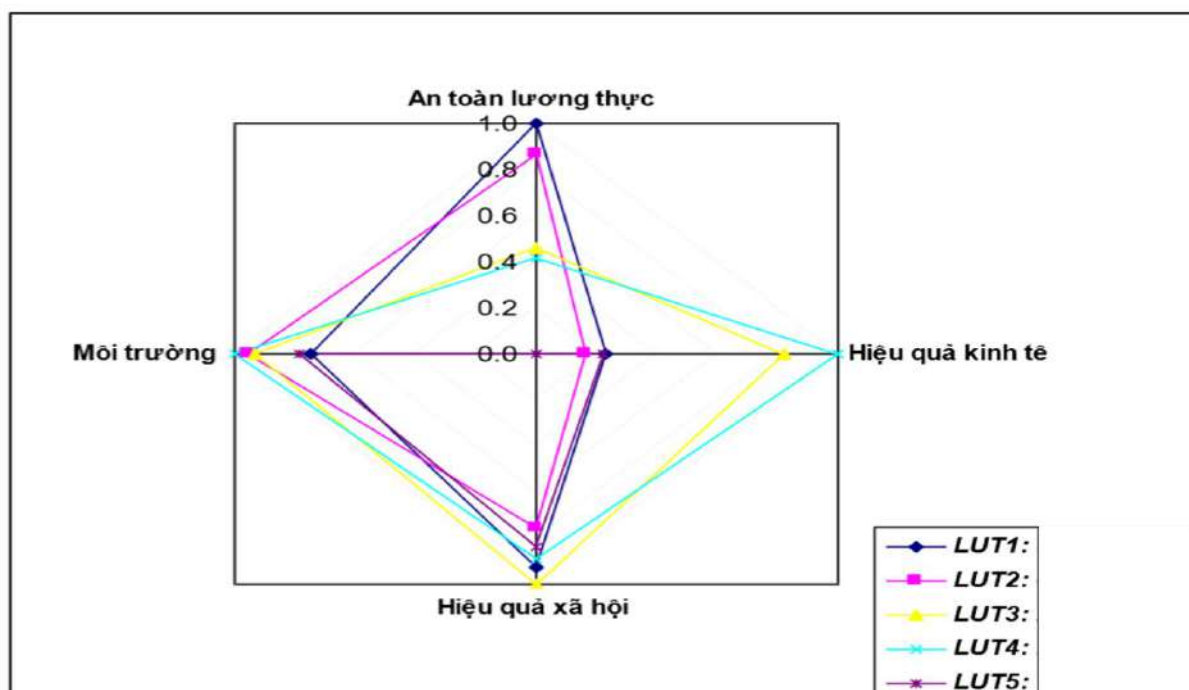
Tính trọng số ưu tiên để xác định điểm đánh giá của từng kiểu sử dụng đất đai ứng với tất cả các mục tiêu được căn cứ trên kết quả điều tra, phân tích các chỉ tiêu tài chính: Chi phí đầu tư, tổng thu, lợi nhuận, công lao động và các chỉ tiêu xã hội, môi trường của các loại hình sử dụng đất nông nghiệp. Đối với các yếu tố: Năng suất, tổng thu, tổng chi, lợi nhuận, hiệu quả đồng vốn và lao động điểm đánh giá được xác định theo phương pháp định lượng. Đối với các yếu tố: vốn, thị trường, tập quán, tín dụng, kỹ thuật và các tiêu chuẩn trong mục tiêu môi trường bền vững điểm đánh giá xác định theo phương pháp định tính và chuyển sang định lượng. Trọng số được xác định bằng phương pháp AHP cho từng nhóm chỉ tiêu (Bảng 3.25).

Bảng 3-25. Tổng hợp điểm đánh giá chung về kinh tế-xã hội-môi trường của LUTs trên địa bàn nghiên cứu

Mục tiêu	Kết quả so sánh đánh giá giữa các kiểu sử dụng đất					LUT có điểm số cao nhất
	LUT1	LUT2	LUT3	LUT4	LUT5	
An toàn lương thực	1,000	0,8670	0,4610	0,4170	0,0000	LUT1, LUT2
Gia tăng lợi nhuận	0,2300	0,1640	0,8200	1,0000	0,2220	LUT4, LUT5
Hiệu quả xã hội	0,9290	0,7570	1,0000	0,8900	0,8370	LUT3
Môi trường bền vững	0,7490	0,9570	0,9310	1,0000	0,7840	LUT4
Tổng điểm	2,9000	2,7400	3,2100	3,3000	1,9900	LUT4

Qua biểu đồ Skite (Hình 3.19) cho thấy mục tiêu về hiệu quả kinh tế luôn được đặt ở vị trí quan trọng hàng đầu những mục tiêu còn lại ít nhận được sự quan tâm của người dân đặc biệt là mục tiêu về bảo vệ môi trường. Tuy nhiên trong điều kiện ảnh

hưởng của mặn do biến đổi khí hậu đến sản lượng và thu nhập của các loại hình bị ảnh hưởng nghiêm cứu người dân khi lựa chọn một cơ cấu sản xuất thì chỉ quan tâm đến hiệu quả kinh tế đặc biệt là hiệu quả đồng vốn và đối với ý kiến của chính quyền địa phương thì họ có sự quan tâm nhiều hơn về các mục tiêu an toàn lương thực, hiệu quả xã hội và môi trường. Như vậy tùy vào cách xác định mức độ quan trọng của các mục tiêu mà ta có cách chọn lựa cơ cấu sử dụng khác nhau.



Hình 3-19. Biểu đồ Skite về hiệu quả các LUTs sử dụng của 3 nhóm tiêu chí

Trong điều kiện huyện Cần Giuộc nếu xét về kinh tế - xã hội - môi trường thì cơ cấu lúa - tôm cho hiệu quả kinh tế cao, ít ảnh hưởng đến môi trường, về xã hội cũng tốt, đây là mô hình phát triển áp dụng ở các diện tích trồng lúa kém hiệu quả vào thời gian xâm mặn. Riêng đối với khu vực mặn thường xuyên ngoài vùng kiểm soát thì cơ cấu tôm (quảng canh) là mô hình có thể áp dụng đối với đạt hiệu quả nhất, đáp ứng các mục tiêu đề ra, phù hợp với chính sách của địa phương cũng như nhu cầu người dân. Các khu vực canh tác tôm thất bại do chuyên canh độ mặn tích tụ thì có thể chuyển sang trồng cây nguyên liệu cho xây dựng (tràm, đước...) trong một thời gian vừa cải tạo môi trường vừa có thể có thu nhập tuy không cao.

Mô hình đề xuất thay thế cho các khu vực đất canh tác bị bỏ hoang do nhiễm mặn

và thiếu nước tưới vào mùa khô là nuôi tôm nước lợ hoặc kết hợp nuôi trồng cây nguyên liệu cho xây dựng (tràm, đước...) và nuôi các sinh vật sống dưới tán (nuôi ong lấy mật và thủy sản cộng sinh và nông nghiệp công nghệ cao (các diện tích này đã được đầu tư cách biệt khỏi ảnh hưởng mặn của đất hoặc có công nghệ xử lý hỗ trợ để vật nuôi, cây trồng có khả năng sử dụng bề mặt diện tích (trồng cây trên dung dịch dinh dưỡng, nhà kính...,) không liên quan đến độ mặn hay các tác nhân về chất đất bên dưới nhờ phủ bạc hoặc thiết kết kệ cao trên khỏi đất, hình thức này khá tốn kém đầu tư nhưng về lâu dài không bị ảnh hưởng bởi yếu tố khác do biến đổi khí hậu.

Bảng 3-26. Diện tích các loại hình sử dụng ĐNN đang bị tác động bởi các yếu tố

STT	Loại hình	Diện tích (ha)				
		Không thu hoạch được	Thu hoạch <50%	Diện tích ảnh hưởng	% (DT chưa hiệu quả/ DTNN)	Tổng DT NN
1	Tôm (chuyên canh)	16,611	38,759	55,370	17,060	324.610
2	lúa-tôm (xen canh (L-T), tôm (chuyên canh và quảng canh)	364,240	445,181	809,420	11,080	7.305.700
3	Lúa-tôm, Lúa (chuyên canh, luân canh)	1.986,681	2.407,475	3.439,250	50,120	6.861.620
4	Rau màu, lúa (chuyên canh)	89,680	209,258	298,940	38,190	782.870
5	Rau (chuyên canh)	-	0,474	2,370	31,900	7.430
Tổng		2.457.213	3.101,147	5.558,360	34,240	16.235,240

Những yếu tố ảnh hưởng gián tiếp đến quyết định sử dụng đất đai thông qua các mối quan hệ đa chiều. Khi thay đổi các yếu tố phụ, cơ cấu canh tác không có sự thay đổi nhưng khi thay đổi nhiều yếu tố cùng một lúc thì sẽ có sự tác động đến yếu tố chính. Từ đó, cơ cấu canh tác tại từng tiểu vùng sẽ có sự thay đổi. Các mô hình canh tác nông nghiệp đang chịu tác động bởi các yếu tố (trong đó ảnh hưởng do sử dụng nước

mặn/mặn) trong thời gian qua được xác định qua khảo sát và thống kê trên địa bàn nghiên cứu là khá lớn gây ảnh hưởng đến tình hình sản xuất nông nghiệp (Bảng 3-26).

Đối với huyện Cần Giuộc là vùng đất phù sa có đặc trưng mặn vùng ven sông với các đặc tính đất đai được sử dụng để đánh giá khả năng thích nghi cho 5 kiểu sử dụng đất đai đã chọn lọc: lúa (LUT1), lúa - tôm (LUT2); màu (LUT3), cây lâu năm (LUT4), chuyên tôm (LUT5). Đối với huyện Cần Giuộc là vùng đất phù sa có đặc trưng mặn vùng ven sông với các đặc tính đất đai được sử dụng để đánh giá khả năng thích nghi cho 5 kiểu sử dụng đất đai đã chọn lọc: lúa (LUT1), lúa - tôm (LUT2); màu (LUT3), cây lâu năm (LUT4), chuyên tôm (LUT5). Diện tích bị mặn tác động theo đánh giá là nhiều nhất là LUT1 và LUT2, LUT4 không bị ảnh hưởng (Bảng 3-27).

Bảng 3-27. Diện tích LUTs có khả năng thay đổi theo mô hình do kém hiệu quả

STT	LUT hiện trạng	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Nơi phân bố
1	Tôm (chuyên canh)	55,37	1,20	Tân Tập, Long Phụng, Tân Kim, Phước Lại, Long An, Phước Vĩnh Tây,
2	Lúa-tôm (xen canh), tôm (chuyên canh và quảng canh)	809,42	17,58	Tân Tập, Long Phụng, Tân Kim, Phước Lại, Long An, Phước Vĩnh Tây, Thuận Thành, Phước Vĩnh Đông
3	Lúa (chuyên canh và luân canh)	3.419,25	74,25	Tân Kim, Phước Lại, Long An, Phước Vĩnh Tây, ...
4	Rau màu, lúa (chuyên canh)	298,94	6,49	Trường Bình, Tân, Long Hậu Tân Kim, Phước Lại, Long An,
5	Rau (chuyên canh)	2,37	0,05	Tân Kim, Phước Lại, Long An, Phước Vĩnh Tây
6	Bỏ hoang (xâm mặn, tôm thất bại)	20,00	0,43	Rải rác tại các vùng thủy sản chuyên canh bị thất bại tại các xã vùng hạ: Đông Thạnh, Phước Vĩnh Tây, Tân Tập...
Tổng		4.605,35	100,00	

Trong điều kiện huyện Cần Giuộc nếu xét về KT-XH-MT thì cơ cấu lúa – tôm, màu kết hợp với kỹ thuật nông nghiệp công nghệ cao: nuôi tôm công nghệ cao, rau màu

công nghệ cao cho hiệu quả kinh tế cao, ít ảnh hưởng đến môi trường, không bị ảnh hưởng nhiều bởi nguồn nước và chất lượng đất đối với cây trồng và vật nuôi, về xã hội cũng tốt, nhưng vốn đầu tư ban đầu cao đây là mô hình mới phát triển. LUT3 xét về tiêu chí kinh tế, xã hội và môi trường là tương đối ổn định và tồn tại khá lâu mang tính truyền thống của địa phương, LUT4 cũng là loại hình mang tính ổn định xã hội và môi trường không quan tâm nhiều về tiêu chí kinh tế nên việc đánh giá được so sánh ưu thế đặc biệt, các hệ số quan trọng sẽ được cho ở mức độ cao để duy trì tối thiểu vị trí trong nhóm các loại hình sử dụng đất nông nghiệp. Mô hình tôm có hiệu quả kinh tế cao, hiệu quả xã hội tương đối nhưng lại ảnh hưởng về môi trường khá rõ nên có giải pháp kỹ thuật cụ thể.

Để đánh giá tính bền vững của các loại sử dụng đất, kiểu sử dụng đất, nghiên cứu đã tiến hành đánh giá tổng hợp hiệu quả KT, XH và MT với mục tiêu xác định được các loại sử dụng đất có hiệu quả tổng hợp cao, được coi là bền vững đáp ứng được cả 3 tiêu chí là kinh tế, xã hội và môi trường phục vụ cho bước tiếp theo là đánh giá tiềm năng phát triển đồng thời đề xuất sử dụng đất cho các mục tiêu phát triển tại Cần Giuộc. Trọng số chung cho 3 nhóm yếu tố sau khi tính toán bằng các phương pháp AHP và kết hợp điều tra bổ sung ý kiến các chuyên gia được tính theo mức tương ứng (Bảng 3.28).

Bảng 3-28. Trọng số các yếu tố đối với các loại hình sử dụng đất nông nghiệp

STT	Nhóm yếu tố	Trọng số	LUTs nông nghiệp tương ứng
1	Kinh tế	0,46	LUT2, LUT4, LUT5
2	Xã hội	0,32	LUT3, LUT2, LUT1
3	Môi trường	0,22	LUT4, LUT2
Tổng		1,00	

Trên cơ sở đánh giá về hiệu quả kinh tế, xã hội và môi trường kết hợp với định hướng phát triển của địa phương và khu vực, xem xét các ràng buộc quan trọng hiện nay là mặn do biến đổi khí hậu và giới hạn của quỹ đất nông nghiệp,... các loại hình sử dụng

đất nghiên cứu đề xuất chuyển đổi mạnh diện tích lúa –tôm và tôm không hiệu quả.

Bảng 3-29. Cơ cấu diện tích đất nông nghiệp theo hiện trạng và mô hình

STT	Loại hình sử dụng đất	Diện tích (ha)			Ghi chú
		Hiện trạng	Mô hình	(+,-)	
	Đất nông nghiệp	13.179,87	10.889,03	-1.251,27	
1	Đất trồng lúa: - Lúa - Lúa tôm	6.211,30 4.233,07 1.978,23	5.659,21 4.016,03 1.643,18	-552,09 -217,04 -335,05	Lúa đặc sản, kháng mặn (các xã vùng thượng và vùng hạ giáp đê bao)
2	Đất trồng cây hàng năm khác (màu)	1.138,554	1.055,74	-118,86	Giữ ổn định diện tích vùng rau gia vị chuyên canh, trong đó nông nghiệp công nghệ cao (120 ha- xã Phước Lâm)
3	Đất trồng cây lâu năm	1.080,751	1.019,04	-61,71	Đây là diện tích ổn định chỉ chuyển đổi sang PNN
4	Đất nuôi trồng thủy sản -Tôm chuyên canh -Tôm Quảng canh	4.745,27 2.145,02 2.600,25	4.171,58 1.021,10 3.150,48	-573,69 -1123,92 547,23	Nuôi tôm công nghệ cao ở xã Thuận Thành 20 ha
5	Đất nông nghiệp khác	4,00	5,50	-3,63	
6	Rừng trồng SX	-	21,00	+21,00	Cây tràm, đước,..ven các khu vực cửa sông, đất mặn không cải tạo được (Soài Rạp, Vàm Cỏ...)

➤ **Vùng thượng:** duy trì và phát triển ổn định diện tích rau-màu, nông nghiệp công nghệ cao (Xã Phước Lâm 120 ha và Thuận Thành 20 ha)

➤ **Vùng hạ:** tập trung phát triển diện tích lúa (khu vực không bị ảnh hưởng mặn), lúa-tôm (vùng giáp đê bao-tranh chấp giữa mặn-ngọt).

➤ **Vùng ven các cửa sông (Xoài Rạp, Vàm Cỏ...) và hoàn toàn bị mặn:** sẽ

chuyển hẳn sang tôm (công nghệ cao) đối với khu vực tập trung (hợp tác xã) và hộ gia đình nhỏ lẻ là tôm quảng canh hoặc trồng cây ngập mặn (đước, tram...) phục vụ cho nguyên liệu xây dựng và cải tạo môi trường. Phần diện tích này không lớn khoảng 20 ha nằm rải rác ở các ruộng tôm hoàn toàn mặn và phân rìa các ruộng giáp sông có địa hình thấp nhất và phụ thuộc hoàn.

Chuyên canh lúa cần chú trọng giống lúa không chịu được độ mặn đây là mô hình có thể xem là yếu tố xã hội (việc làm, an toàn lương thực, văn hóa nông thôn...) là nòng cốt. Các xã Long An, Phước Lý, Phước Lại, Phước Vĩnh Tây, Tân Tập,...nơi có khả năng quản lý tốt đê bao và dẫn nước tốt từ các kênh, rạch tránh và giảm thiểu xâm mặn, giữ vững diện tích ở mức ổn định. Xen canh lúa tôm là mô hình đảm bảo kinh tế (thu nhập) - xã hội (việc làm) và môi trường tận dụng dinh dưỡng và cải tạo môi trường của 2 vụ tôm và lúa.

Do địa hình thấp, ngoài đê bao thường xuyên bị mặn vào mùa kiệt, có nhiều diện tích chuyên canh tôm tích tụ mặn nên môi trường đất nước khó có thể cải tạo nên đối với tôm chuyên canh trong vùng này phải hướng tới quy mô tôm công nghệ cao dần do các diện tích tôm chuyên canh trước đây thường dẫn đến các mùa vụ sau không thích ứng với độ PH nước do mặn, dịch bệnh do ô nhiễm...) tuy nhiên hình thức này phù hợp với sự đầu tư tập trung (hợp tác xã). Mô hình này khá tốn kém về vốn như tính ổn định và quản lý môi trường dễ kiểm soát, do vậy chỉ khuyến khích đối với người dân có điều kiện.

Mô hình tôm chuyên canh xen lẫn các vụ quảng canh có thể chiếm diện tích lớn 3150. 48 ha đối với hộ cá nhân do vốn đầu tư và rủi ro thấp tuy nhiên cũng phụ thuộc khá nhiều vào yếu tố môi trường nhưng sẽ giảm bớt ô nhiễm so với việc chọn duy nhất hình thức tôm chuyên canh. Các xã phù hợp với hình thức canh tác này sẽ là Phước Vĩnh tây, Phước Vĩnh Đông, Đông Thạnh, Tân Tập, Long Phụng, Thuận Thành, một phần xã Trường Bình. Đối với loại hình đất trồng cây hàng năm (màu), đây là mô hình phát triển ổn định nên duy trì diện tích này vì vùng rau gia vị cung cấp cho thị trường thành phố.

Tổng hợp các kiểu đề xuất và tối ưu lựa chọn 5 loại hình sử dụng đất phân bổ ưu tiên cho 3 tiểu vùng (Bảng 3-30).

Bảng 3-30. Tổng hợp đề xuất kiểu sử dụng đất đai theo thứ tự ưu trên các vùng sản xuất cho huyện Cần Giuộc

Vùng	Cơ cấu đề xuất	Cơ cấu ưu tiên	Ưu thế của vùng
Vùng thượng	LUT2, LUT3, LUT4 LUT2, LUT1, LUT3 LUT4, LUT3	LUT2, LUT1	Vùng trong đê bao có địa hình cao sử dụng cho canh tác rau màu, lúa Vùng gần đê bao có khả năng sử dụng thích hợp cho lúa- tôm, lúa
Vùng hạ	LUT3, LUT4, LUT5	LUT4, LUT5	Vùng thấp, khó điều tiết nước tưới Ngoài đê bao
Ven cửa sông, rạch	Cây làm nguyên liệu xây dựng	LUT5	Vùng không thể cải tạo được do mặn

3.5.2. Đề xuất bố trí cây trồng, vật nuôi huyện Cần Giuộc

Kết quả tổng kết các kiểu thích nghi kết hợp với hợp với ý kiến của các chuyên gia trong ngành, theo định hướng phát triển nông nghiệp, các chính sách và chủ trương quy hoạch, chiến lược phát triển kinh tế xã hội, sử dụng đất và ngành của cấp huyện, tỉnh, vùng ĐBSCL đề xuất phương hướng sử dụng đất bền vững và có hiệu quả trên địa bàn huyện như sau:

- **Vùng 1:** Kiểu thích nghi số 1, với diện tích 1.376,48 ha, chiếm 6,40%. Kiểu thích nghi này rất thích hợp với việc phát triển cây lúa (ĐX – HT- Lúa mùa với các giống lúa Tài nguyên, Nàng Thơm, OM 5451, OM 4900, OM 6976, OM 7347, Nàng Hoa.....); rau màu các loại; lúa kết hợp với nuôi trồng thủy sản nhờ có địa hình vằn thấp, độ sâu và thời gian ngập phù hợp và là nhóm đất phù sa nên có độ phì nhiêu cao. Không thể bố trí trồng cây ăn quả vì ngập úng.
- **Vùng 2:** Kiểu thích nghi số 2, 3 và 5, có diện tích 7.317,76 ha chiếm 34,04%. Có thể canh tác được hầu hết các loại cây trồng truyền thống tại địa phương như lúa Tài nguyên,

Nàng Thom, OM 5451, OM 4900, OM 6976, OM 7347, Nàng Hoa Matshuri, Nhỏ đỏ, OM 1352.... ; cơ cấu giống rau các loại như ăn lá gồm các loại cải, rau ăn trái gồm cà chua, đậu bắp, dưa leo; còn lại là rau gia vị và rau khác; các loại cây màu như khoai mì, khoai mỡ; các loại cây ăn quả như xoài, chuối, cây cảnh các loại. Các loại cây trồng tập trung ở các xã Long Hậu, Phước Lại, Phước Lâm, Long Thuận, nuôi tôm hoặc kết hợp giữa lúa mùa và nuôi tôm ở Long Phụng, Đông Thạnh và Tân Tập. Phát triển các diện tích nông nghiệp công nghệ cao ở các diện tích bị nhiễm mặn cao.

- **Vùng 3:** Kiểu thích nghi đất đai số 4, với 2.109,54 ha, chiếm 9,81%. Đối với kiểu thích nghi này, tạm thời không bố trí lúa mùa, mà đẩy mạnh phát triển rau an toàn gồm 6 xã: Phước Hậu, Phước Lâm, Long Thượng, Mỹ Lộc, Thuận Thành và một phần xã Trường Bình tiến đến nhân rộng các mô hình VietGAP. Ngoài ra cũng có thể bố trí trồng các loại cây ăn quả và các loại cây màu như khoai lang, khoai mỡ.

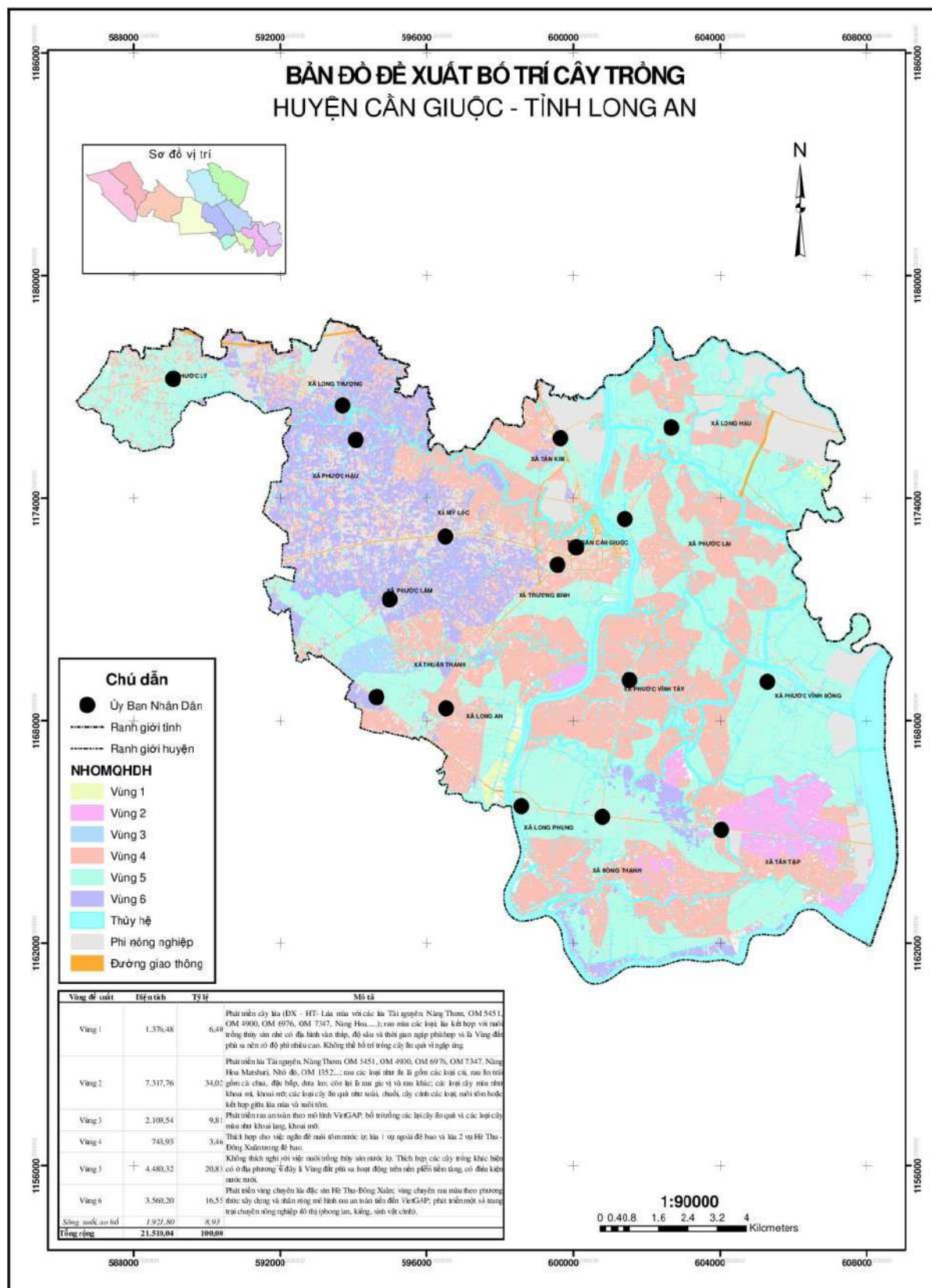
- **Vùng 4:** Các kiểu thích nghi đất đai số 6 và 11, với 743,93 ha, chiếm 3,46%. Đây là nhóm đất phèn, có nhiễm mặn nhiều nên không thích hợp bố trí trồng lúa và rau màu. Có thể bố trí cây ăn quả nhưng sẽ không đạt hiệu quả cao. Với kiểu thích nghi này chỉ thích hợp cho việc ngăn đê nuôi tôm nước lợ ở xã Phước Vĩnh Đông, Phước Vĩnh Tây, khu vực phía Bắc xã Tân Tập, Đông Thạnh; lúa 1 vụ ngoài đê bao và lúa 2 vụ Hè Thu - Đông Xuân trong đê bao.

- **Vùng 5:** Đối với kiểu thích nghi đất đai số 7 và 10, với 4.480,32,76 ha, chiếm 20,83 %. Không thích nghi với việc nuôi trồng thủy sản nước lợ. Thích hợp các cây trồng khác hiện có ở địa phương vì đây là nhóm đất phù sa hoạt động trên nền phèn tiềm tàng, có điều kiện nước tưới.

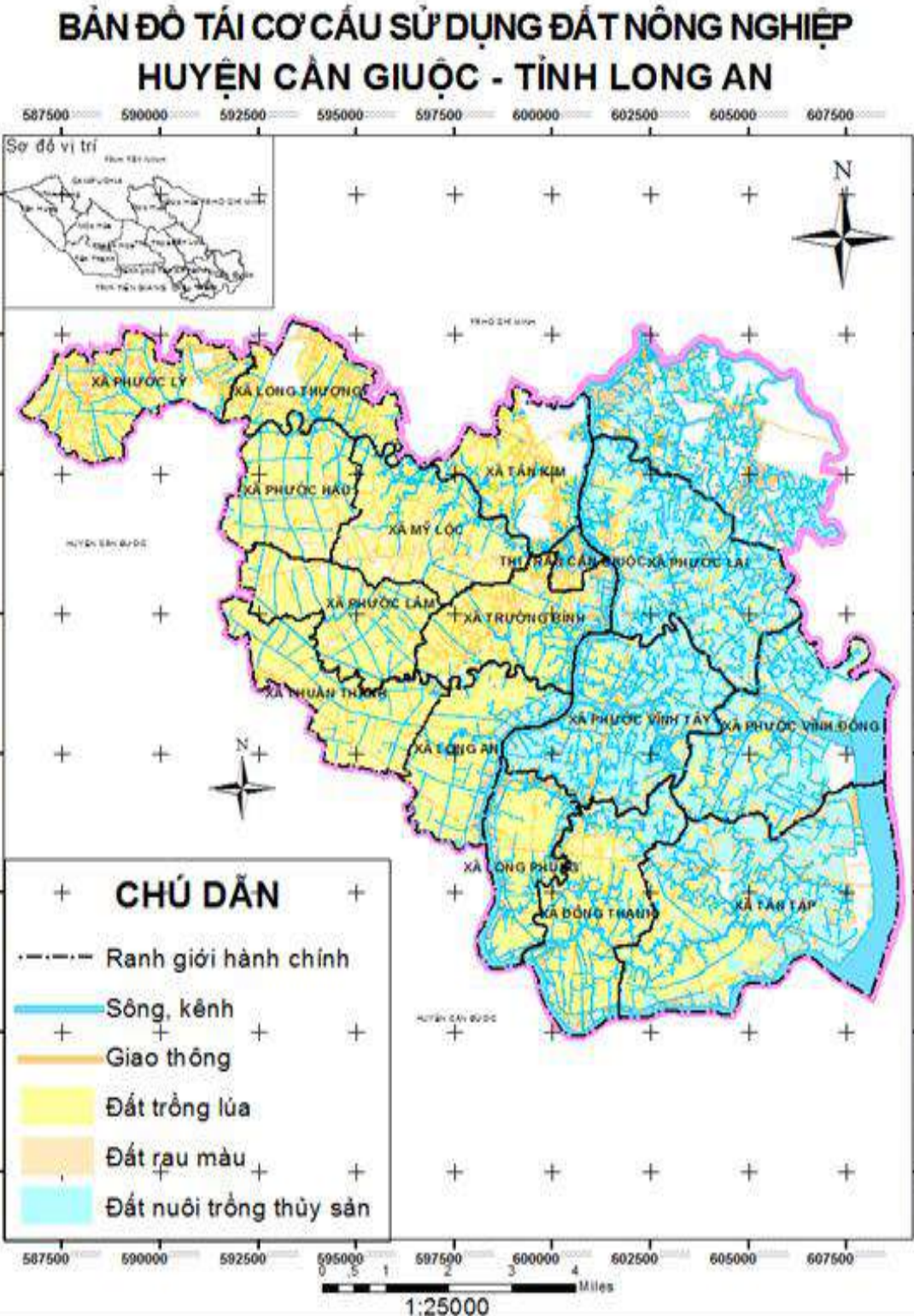
- **Vùng 6:** Đối với kiểu thích nghi số 8 và 9, với 3.560,20 ha, chiếm 16,55% diện tích, chỉ thích hợp phát triển vùng chuyên lúa đặc sản 2 vụ Hè Thu-Đông Xuân; vùng chuyên rau màu theo phương thức xây dựng và nhân rộng mô hình rau an toàn tiến đến Viet GAP; phát triển một số trang trại chuyên nông nghiệp đô thị (phong lan, kiểng, sinh vật cảnh).

Kết hợp kết quả nghiên cứu về thực nghiệm mô phỏng mặn tại các loại hình sử dụng đất khả định bị ảnh hưởng mặn do nguồn nước và đánh giá khả năng thích nghi đất đai

tối ưu hóa các mục tiêu phát triển có xem xét các định hướng và chính sách chung của khu vực, địa phương đề xuất mô hình tái cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp bền vững và xem đây là giải pháp sử dụng đất hợp lý trong bối cảnh quỹ đất nông nghiệp chịu nhiều áp lực do phát triển kinh tế- xã hội và biến đổi khí hậu, nước biển dâng ngày càng rõ nét ở vùng đồng bằng ven sông, ven biển.



Hình 3-20. Bản đồ đề xuất bố trí cây trồng



Hình 3-21. Bản đồ tái cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp huyện Cần Giuộc

KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

Kết quả điều tra diện tích các khu vực đất nhiễm mặn do nguồn nước thể hiện khá chính xác với thực tế, các vùng có độ mặn cao tập trung ở các khu vực không có đê bao và gần các cửa sông hoặc các cống ngăn mặn (Tân Tập, Long Phụng...). Tuy nhiên vẫn xuất hiện các trường hợp ngoại lệ do xâm mặn len sâu vào nội đồng do ảnh hưởng bởi thay đổi loại hình canh tác từ lúa sang tôm, sử dụng nước tưới do hạn... (Phước Vĩnh Đông, cống Mông Gà, sông ông Hiếu...).

Nghiên cứu xác định rõ trên từng khoanh đất của bản đồ hiện trạng sử dụng đất nông nghiệp theo phương pháp loại trừ hướng đến các loại hình canh tác bị ảnh hưởng mặn thường xuyên trong liên tiếp 3 - 4 vụ cho thấy việc lựa chọn mẫu phục vụ cho các phân tích và quan trắc mặn là có cơ sở. Loại hình lúa, lúa tôm và tôm với các yêu cầu sử dụng đất của vật nuôi, cây trồng trong khoảng 3-5 năm thường làm thay đổi chất lượng đất. Nhiều diện tích từ các loại hình này bị thất bại, bỏ hoang không thể canh tác lại do nồng độ mặn tăng lên. Nguyên nhân việc mặn trong nước mặt làm nhiễm mặn nước ngầm trong đất.

Từ kết quả thực nghiệm trong mẫu ở vùng hạ Cần Giuộc và kết quả so sánh các dạng mô hình khác nhau trên phần mềm Hydrus 1D trong điều kiện các cột đất vùng nghiên cứu chứa phần lớn là cát, thịt và sét với thành phần chất hữu cơ tương đối, có thể kết luận: mô hình mô phỏng mặn từ mô hình thực nghiệm và số liệu quan trắc vẫn phù hợp với đặc điểm dữ liệu đầu vào của vùng nghiên cứu. Mô hình có thể được sử dụng cho việc dự báo một số kịch bản tưới tiêu hay tác động của chất lượng nước đến việc canh tác lúa hay nuôi thủy sản trong điều kiện đất bị nhiễm mặn do nguồn nước. Kết quả mô phỏng về sự tích lũy muối trong vùng rễ cây lúa trong suốt các vụ cho thấy mô phỏng khá tốt độ mặn trong đất so với độ mặn thực đo.

Vùng hạ Cần Giuộc là vùng có sự ảnh hưởng rõ nét trong các năm gần đây bởi xâm mặn do biến đổi khí hậu với 05 kiểu sử dụng đất đai có được đề xuất là: 02 lúa, lúa-tôm, màu (giữ ổn định nhưng hướng đến kỹ thuật canh tác theo các chuẩn kỹ thuật mới-an toàn hơn), chuyên tôm, cây lâu năm (loại hình này không thay đổi so với hiện trạng). Trong đó, loại hình lúa-tôm và tôm có chú trọng đến đầu tư vốn, nhân công cao là đạt

hiệu quả nhất. Các diện tích đất nông nghiệp bị mặn không thể cải tạo do nguồn nước hướng đến các mục tiêu sử dụng không hoàn toàn phụ thuộc vào chất lượng đất như nông nghiệp công nghệ cao nhưng đòi hỏi vốn đầu tư khá cao hoặc sử dụng cho cây ưa mặn tăng cường hiệu quả kinh tế và cảnh quan môi trường.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

Nghiên cứu các giải pháp sử dụng hợp lý đất bị nhiễm mặn do nguồn nước ở ĐBSCL với trường hợp nghiên cứu điển hình cho huyện Cần Giuộc, Long An cho thấy:

- (1) Tiếp cận hướng đối tượng là các loại hình sử dụng đất nông nghiệp đã thay đổi theo nhu cầu của người dân đang chịu ảnh hưởng của mặn do BĐKH & NBD, loại suy các yếu tố khác tác động đến ở vùng nghiên cứu là có cơ sở. Đất bị nhiễm mặn rõ nét đối với các loại hình sử dụng đất nông nghiệp trong khu vực nghiên cứu được khẳng định là do nguồn nước trong quá trình canh tác và việc thay đổi cơ cấu sử dụng đất từ các loại hình nông nghiệp ngập nước cũng làm thay đổi ít nhiều độ mặn.
- (2) Kết quả đánh giá khả năng thích nghi đất đai của các loại hình sử dụng đất nông nghiệp trên cơ sở các hệ thống canh tác điển hình theo cơ sở luận của FAO trong môi trường GIS là có cơ sở khoa học đề xuất các giải pháp sử dụng đất đã và đang bị nhiễm mặn trên địa bàn nghiên cứu.

Kết hợp mô hình mô phỏng và mô hình thực nghiệm bởi phần mềm Hydrus 1D để nghiên cứu biến động của mặn trong quá trình sử dụng đất trên các loại hình sử dụng đất khác nhau theo thời gian, độ mặn tăng cao vào thời gian mùa khô ở tầng canh tác ảnh hưởng đến sản lượng ngay cả các tháng mưa độ mặn vẫn ở mức ảnh hưởng. Kết quả khẳng định nguyên nhân mặn trong nước mặt làm nhiễm mặn nước ngầm trong đất. Phương pháp trong việc xác định độ mặn trên bề mặt và tích tụ vẫn có thể sử dụng phù hợp tại các khu vực nghiên cứu khác có điều kiện thổ nhưỡng, thủy văn và hệ thống canh tác tương tự.

Giải pháp sử dụng hợp lý đất bị nhiễm mặn do nguồn nước cũng chính là mô hình tái cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp bền vững dựa trên các đánh giá thích nghi đất đai, phân tích đa tiêu chí MCE và tối ưu đa mục tiêu kinh tế- xã hội-môi trường mà

nghiên cứu đã xây dựng, phát huy hiệu quả sử dụng nguồn tài nguyên đất nông nghiệp dưới tác động liên quan của nguồn nước trong vùng nghiên cứu.

Nghiên cứu đã khẳng định một số tính mới:

- Góp phần xác định rõ nguyên nhân đất bị nhiễm mặn do việc thay đổi cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp cụ thể là hệ thống canh tác đất nông nghiệp đang bị ảnh hưởng bởi nhiễm mặn do nguồn nước trên địa bàn nghiên cứu.
- Đưa ra cơ sở khoa học trong lựa chọn giải pháp sử dụng hợp lý và hiệu quả đất nông nghiệp đã và đang bị nhiễm mặn góp phần quan trọng trong quy hoạch sử dụng đất đai.
- Đánh giá được tác động của biến đổi khí hậu và việc thay đổi mô hình canh tác có ảnh hưởng đến sự biến động của nước mặn trong đất.

KIẾN NGHỊ

Nghiên cứu đã có một số kết quả bước đầu để làm cơ sở khoa học cho việc bố trí tái cơ cấu sử dụng đất nông nghiệp trên những vùng đất bị nhiễm mặn hay bị bỏ hoang do canh tác không phù hợp nhưng các vấn đề nghiên cứu vẫn còn nhiều hạn chế do số liệu đo đạc thực nghiệm chưa đủ dài, các tác động dài hạn của biến đổi khí hậu cũng cần nghiên cứu đầy đủ hơn ở các loại hình canh tác khác để thấy được sự toàn diện khi đưa ra các quyết định sử dụng, quản lý tài nguyên cho các mục tiêu phát triển bền vững vùng Đồng bằng sông Cửu Long.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ

1. Nguyễn Ngọc Thy. 2017. Xây dựng mô hình số độ cao phục vụ cho nghiên cứu và đánh giá tác động của xâm nhập mặn trên địa bàn huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An. Tháng 11/2017. Kỷ yếu hội thảo “quy định & kỹ thuật công nghệ trong lĩnh vực đo đạc, bản đồ” trường đại học Nông lâm tp.HCM.
2. Nguyen Ngọc Thy, Vo Khac Tri, Nguyen Thị Hong Hanh. 2018. Applying GIS technology to build saline intrusion map in Can Giuoc district, Long An province, Vietnam. Modern Environmental Science and Engineering (MESE20180720-1), ISSN 2335-2581-USA. November 2018, Volume 4, No. 11, pp. 1084-1088.
3. Nguyễn Ngọc Thy, Võ Khắc Trí, Hoàng Quang Huy. 2021. Đánh giá ảnh hưởng của diễn biến mặn trên các mô hình canh tác khác nhau ở vùng đất nhiễm mặn thuộc huyện Cần Giuộc bằng mô hình Hydrus 1D. Tuyển tập Khoa học Công Nghệ (ISSN: 0866-7292). Viện khoa học Thủy lợi Miền Nam.
4. Nguyễn Ngọc Thy, Võ Khắc Trí. 2021. Ứng dụng phương pháp đánh giá đa tiêu chí (MCE) nhằm đề xuất mô hình canh tác nông nghiệp hợp lý cho vùng ven biển bị nhiễm mặn ở huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An. Tuyển tập Khoa học Công Nghệ (ISSN: 0866-7292). Viện Khoa học Thủy lợi Miền Nam.
5. Thy N. Nguyen, Tri K. Vo. 2022. Evaluating effects of salinity changes on farming patterns in salt-contaminated land areas in Can Giuoc district under impacts of climate change using Hydrus 1D model. The Journal of Agriculture and Development (JAD). Nong Lam University of Ho Chi Minh city. (*)
6. Nguyễn Ngọc Thy. 2022. Đánh giá thích nghi đất đai phục vụ sử dụng đất hợp lý tại vùng đất bị nhiễm mặn trên địa bàn huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An. Tạp chí Khoa Học Đất. ISSN 2525-2216, số 66-I/2022.
7. Nguyễn Ngọc Thy, Võ Khắc Trí, Hoàng Quang Huy. 2022. Đánh giá ảnh hưởng của diễn biến mặn trên các mô hình canh tác khác nhau ở vùng đất nhiễm mặn thuộc huyện Cần Giuộc bằng mô hình Hydrus 1D. Tạp chí Khoa học Công Nghệ thủy lợi số 71 (tháng 4-2022). Viện khoa học Thủy lợi Việt Nam.

(*) Đạt giải thưởng “The best female award” cuộc thi viết bài báo khoa học của cuộc thi “Scientific and Technological Paper Competition 2022” – do VNEAT (VietNameese Experts Association in Taiwan) tổ chức Ngày 02 tháng 09 năm 2022.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt:

1. **Bộ Tài nguyên và Môi trường. 2009.** Kịch bản biến đổi khí hậu nước biển dâng cho Việt Nam.
2. **Bộ Tài nguyên và Môi trường. 2012.** Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9236-3:2012. Chất lượng đất - giá trị chỉ thị hàm lượng các chất vô cơ trong các nhóm đất chính ở Việt Nam. Bộ Khoa học và Công nghệ.
3. **Bộ Tài nguyên và Môi trường. 2020.** Những giải pháp mang tính chiến lược ứng phó hạn, mặn ở ĐBSCL. <http://www.monre.gov.vn/Pages/nhung-giai-phap-mang-tinh-chien-luoc-ung-pho-han,-man-o-dbscl.aspx>
4. **CCAFS, CGIAR. 2018.** Biện pháp thích ứng cho hệ thống canh tác dựa trên lúa gạo tại các tỉnh Đồng bằng Sông Cửu Long trong bối cảnh biến đổi khí hậu: Báo cáo đánh giá Báo cáo hoạt động số 245 Chương trình nghiên cứu Biến đổi Khí hậu, Nông nghiệp Và An ninh Lương thực (CCAFS). <http://www.ccafs.cgiar.org/>.
5. **CEE, 2010.** Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng đối với hoạt động nông nghiệp tỉnh Sóc Trăng và đề xuất kế hoạch ứng phó.
6. **Đào Châu Thu, Nguyễn Khang, 1998.** Giáo trình đánh giá đất. Đại học Nông nghiệp, Hà Nội, 144 trang.
7. **Đào Xuân Học, Trần Thái Đại. 2005.** Bài Giảng cao học sử dụng và cải tạo đất phèn và đất mặn. NXB Nông nghiệp.
8. **Đỗ Văn Phú. 2020.** Tìm hiểu về đất đồng bằng sông Cửu Long. Liên hiệp các Hội KH&KT Sóc Trăng. www.soctrang.gov.vn.
9. **Han Entzinger, Peter Scholten. 2016.** Dự án thích nghi với biến đổi khí hậu thông qua di cư (một trường hợp nghiên cứu về đồng bằng Sông Cửu Long) - IOM. Đại học Erasmus, Rotterdam.
10. **Hồ Quang Đức, Nguyễn Văn Đạo, Trương Xuân Cường và Lê Thị Mỹ Hảo. 2009.** Đánh giá sự biến động đất mặn và đất phèn vùng đồng bằng sông Cửu Long sau 30 năm sử dụng. Viện Thổ nhưỡng nông hóa.

11. **Hội khoa học đất Việt Nam, 2000.** Đất Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp, 412 trang.
12. **Hội Khoa học đất Việt Nam, 2015.** Sổ tay điều tra, phân loại đánh giá đất. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
13. **JICA, SIWRP. 2013.** Dự án thích ứng với biến đổi khí hậu cho phát triển bền vững nông nghiệp và nông thôn vùng ven biển đồng bằng sông cửu long. Sanyu Consultants Inc., japan newjec inc., japan
14. **Khương Minh Phương. 2012.** Ứng dụng mô hình Hydrus – 1D để mô phỏng sự di chuyển của kim loại nặng (Cu, Pb, Zn) trong đất lúa xã Đại Áng, huyện Thanh Trì, Hà Nội. Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.
15. **Lâm Văn Tân, 2015.** Đánh giá chất lượng môi trường đất, nước và xây dựng hệ thống canh tác thích hợp trên đất nhiễm phèn mặn ở huyện Thạnh Phú, tỉnh Bến Tre.
16. **Lê Quang Trí, Văn Phạm Đăng Trí, 2003.** Chọn lọc phương pháp đa mục tiêu cho đánh giá đất đai ở xã Trung Hiếu, Vĩnh Long. *Tạp chí Khoa học đất số 17.*
17. **Lê Quang Trí, Võ Thị Gương, Võ Quang Minh, 2003.** Đánh giá và đề xuất phân vùng thích nghi đất đai phục vụ cho định hướng điều chỉnh quy hoạch sản xuất ngư - nông - lâm nghiệp tỉnh Cà Mau giai đoạn 2001-2010. *Tạp chí Khoa học đất số 17.*
18. **Lê Sâm, Nguyễn Đình Vượng, Phan Anh Dũng. 2008.** Hệ thống thủy lợi nội đồng ở Đồng bằng sông Cửu Long. NXB Nông Nghiệp Tp. HCM.
19. **Lê Sâm. 2006.** Thủy Nông ở đồng bằng sông Cửu Long. NXB nông nghiệp Tp. HCM.
20. **Lê Sâm. 2006.** Xâm nhập mặn ở Đồng bằng sông Cửu Long. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
21. **Lê Sâm. 2007.** Kết quả nghiên cứu xâm nhập mặn phục vụ phát triển kinh tế-xã hội đồng bằng sông Cửu Long. Trang tin điện tử Hội đập lớn Việt Nam. www.vncold.vn.
22. **Lê Thái Bạt, Phạm Quang Khánh. 2015.** Quỹ đất Việt Nam các loại đất chính và sử dụng trong nông nghiệp. Hội thảo quốc gia đất Việt Nam hiện trạng sử dụng và thách thức. NXB Nông nghiệp, Hà Nội.
23. **Lê Văn Khoa, Nguyễn Xuân Cự, Lê Đức, Trần Khắc Hiệp, Trần Cẩm Vân. 2003.** *Đất và Môi trường.* Số 13. NXB Giáo Dục.
24. **Lê Văn Trung, Trần Văn Hùng. 2014.** Tác động của nước biển dâng đến sản xuất lúa trên địa bàn tỉnh Trà Vinh. *Tạp chí phát triển KH & CN, tập 17, số M1.*

25. **NCIF. 2020.** Xâm nhập mặn mùa khô 2019-2020 và ảnh hưởng tới sản xuất và sinh hoạt tại một số tỉnh Đồng bằng sông Cửu Long. Ban Các vấn đề Xã hội và Môi trường. Trung tâm Thông tin và Dự báo Kinh tế - xã hội quốc gia. www.ncif.gov.vn.
26. **Nguyễn Công Thành. 2012.** Các biện pháp cải tạo đất nhiễm mặn để sản xuất nông nghiệp | Viện Khoa Học Kỹ Thuật Nông Nghiệp Miền Nam. www.iasvn.org.
27. **Nguyễn Đăng Nghĩa. 2016.** Đa dạng giải pháp chống mặn, chống hạn cho nông nghiệp vùng ĐBSCL. Trung tâm Nghiên cứu và Tư vấn Nông nghiệp nhiệt đới (TARCC).
28. **Nguyễn Đình Vượng, Trần Minh Tuấn, Vũ Thị Thước. 2016.** Nghiên cứu tác động của quá trình nuôi tôm đến nhiễm mặn đất huyện Giá Rai - Bạc Liêu. **Tạp chí KH & CN Thủy lợi Viện KHTLVN**
29. **Nguyễn Kim Hồng, Nguyễn Thị Bé Ba. 2014.** Giáo trình đồng bằng sông Cửu Long- biến đổi khí hậu và an ninh lương thực. NXB đại học Sư Phạm Kỹ Thuật Tp.HCM
30. **Nguyễn Kim Lợi, Võ Lê Tuấn. 2010.** Ứng dụng GIS và AHP xây dựng bản đồ thích nghi đất đai cho nuôi tôm sú tại huyện Duyên Hải, tỉnh Trà Vinh. Kỷ yếu Hội thảo ứng dụng GIS toàn Quốc 2010.
31. **Nguyễn Mỹ Hoa, Trần Sơn Tùng, Nguyễn Hồng Giang và Võ Thị Gương. 2016.** Khảo sát sự mặn hóa trong đất và nước ở các mô hình canh tác cây trồng và thủy sản tại huyện Bình Đại, tỉnh Bến Tre. **Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ.** 42a: 40-49.
32. **Nguyễn Ngọc Anh. 2015.** Nguyên nhân xâm nhập mặn tăng cao ở đồng bằng sông Cửu Long và giải pháp. Tổng cục Thủy lợi - Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.
33. **Nguyễn Ngọc Minh, Phạm Văn Quang, Vũ Thị Mộng Mến. 2011.** Ứng dụng mô hình Hydrus-1D để đánh giá sự di chuyển Photpho trong đất trồng lúa. **Tạp chí Khoa học đất** 36. 11-15.
34. **Nguyễn Ngọc Trân. 2010.** Tác động kép của biến đổi khí hậu tại đồng bằng sông Cửu Long, Hội thảo khoa học “Khoa học Địa lý và vấn đề biến đổi khí hậu: nghiên cứu và giảng dạy”, trường Đại học Khoa học Xã hội và Nhân văn Tp Hồ Chí Minh, trích: “Những hòn đá nhỏ vì sự phát triển bền vững”, trang 132-151, Nhà XB Trẻ, 2011.
35. **Nguyễn Quang Thuởng, Phạm Quang Khánh. 2003.** Nghiên cứu và đánh giá hiệu quả kinh tế của các hệ thống sử dụng đất tỉnh Cà Mau. *Tạp chí khoa học đất số 19.*

36. **Nguyễn Thị Hoàng Yến. 2015.** Quỹ đất và triển vọng phát triển rau an toàn huyện Cần Giuộc tỉnh Long An. Luận văn Thạc Sĩ đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh.
37. **Nguyễn Thị Minh Phượng. 2016.** Xâm nhập mặn tại đồng bằng sông Cửu Long: nguyên nhân, tác động và các giải pháp ứng phó. **Cục thông tin khoa học và công nghệ quốc gia**- Bộ Khoa Học và Công Nghệ.
38. **Nguyễn Thị Minh Trang. 2019.** Nghiên cứu lan truyền ô nhiễm từ nghĩa trang đến tầng chứa nước dưới đất áp dụng cho đảo Côn Sơn – tỉnh Bà Rịa Vũng Tàu. Trường Đại Học Bách Khoa, Đại học Quốc Gia Tp. Hồ Chí Minh.
39. **Nguyễn Văn Quý, Nguyễn Minh Cường, Nguyễn Hồng Giang, Trần Huỳnh Khanh và Võ Thị Gương.** Mô phỏng cân bằng nước và muối cho cây bắp (zea mays l.) trên đất nhiễm mặn tại huyện Thanh Phú - tỉnh Bến Tre. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Phần B: Nông nghiệp, Thủy sản và Công nghệ Sinh học: 35 (2014): 9-22.
40. **Nguyễn Văn Tĩnh. 1996.** Mô hình động thái muối trong đất mặn dưới tác dụng của rửa thấm. Viện khoa học và kinh tế thủy lợi.
41. **Phạm Quang Khánh và Nguyễn Xuân Nhiệm. 1995.** Tài nguyên đất và khả năng sử dụng đất đai trong nông nghiệp của địa bàn kinh tế trọng điểm phía Nam. Tạp chí Khoa học đất Việt Nam.
42. **Phạm Quang Khánh, 2010.** Bài giảng Quản lí môi trường đất. Trường Đại học Công nghiệp T.P Hồ Chí Minh.
43. **Phạm Quang Khánh, 2015.** Bài giảng Đánh giá chất lượng đai. Trường Đại học Nông Lâm T.P Hồ Chí Minh.
44. **Phạm Quang Khánh. 1995.** Tài nguyên đất vùng Đông Nam Bộ - Hiện trạng và tiềm năng. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Hà Nội. 140 trang.
45. **Phạm Quang Vũ. 2009.** Nghiên cứu sự biến động của một số chất chủ yếu trong đất mặn dưới tác động của các lớp mặt khác nhau vùng ven biển Bắc Bộ. Viện nước tưới tiêu và Môi trường.
46. **Phan Liêu. 1992.** Đất Đông Nam Bộ. NXB Nông Nghiệp. Hà Nội. 150 trang.
47. **Phan Liêu. 1998.** Tài nguyên đất Đồng Tháp Mười. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 157 trang.

48. **Phan Văn Trường. 2015.** Nghiên cứu đánh giá quá trình xâm nhập mặn và đề xuất các giải pháp khai thác sử dụng hợp lý tài nguyên nước (nước mặt và nước dưới đất) phục vụ phát triển kinh tế - xã hội khu vực ven biển tỉnh Hà Tĩnh. Viện Khoa học Vật liệu, Viện khoa học hàn lâm Việt Nam.
49. **Phòng Nông Nghiệp & Phát triển Nông Thôn huyện Cần Giuộc. 2014.** Báo Cáo kết quả sản xuất nông nghiệp huyện Cần Giuộc.
50. **Sở TNMT tỉnh Bến tre. 2019.** Đề cương đánh giá chất lượng đất tỉnh Bến Tre.
51. **The GEF - Hội Nông dân tỉnh Bạc Liêu. 2017.** Dự án” Mở rộng phát triển các mô hình canh tác Lúa – Tôm nhằm quản lý, khai thác - sử dụng hiệu quả - bền vững vùng đất phèn mặn ở Bạc Liêu - VNM/SGP/OP5/Y4/STAR/2014/08.
52. **Tô Văn Trường. 2020.** Đánh giá tình trạng hạn hán, xâm nhập mặn; nguyên nhân và dự báo tình trạng hạn hán, xâm nhập mặn thời gian tới ở ĐBSCL từ góc nhìn chuyên gia. Viện Quy hoạch Thủy lợi Miền Nam.
53. **Tôn Thất Chiểu và các tác giả. 1991.** Đất đồng bằng sông Cửu Long. nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
54. **Tổng cục phòng chống thiên tai. 2020.** Báo cáo tổng hợp tình hình hạn hán, xâm nhập mặn khu vực miền nam 2019 - 2020. Bộ Nông nghiệp và PTNT. <http://phongchongthientai.mard.gov.vn/>.
55. **Tổng cục thủy lợi. 2016.** Xâm nhập mặn vùng đồng bằng sông cửu Long (2015-2016), hạn hán miền trung, Tây nguyên và giải pháp khắc phục. www.tongcucthuyloi.gov.vn.
56. **Trần Hoàng Phúc và Ctv. 2019.** Nghiên cứu và xây dựng hệ thống bản đồ chuyên đề động về xâm nhập mặn trên địa bàn huyện Cần Giuộc - tỉnh Long An. Đại học Nông Lâm Tp. HCM. Đề tài NCKH cấp cơ sở đã nghiệm thu.
57. **Trần Hồng Thái. 2013.** Nghiên cứu ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến sự biến đổi tài nguyên nước đồng bằng sông cửu long. Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường.
58. **Trần Ngọc Trang, Nguyễn Hoàng Long, Nguyễn Xuân Hải. 2014.** Tác động nước biển dâng lên xu hướng mặn hóa đất trồng lúa thông qua nước tưới ở huyện Tiền Hải, Thái Bình. Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường, Tập 30, Số 2 (2014) 41-51.
59. **Trần Thị Phương Dung, 2013.** Ứng dụng ảnh MODIS để phân vùng ảnh hưởng xâm nhập mặn tỉnh Bến Tre. Đại học Nông Lâm tp.HCM.

60. **Trịnh Thị Sen, 2014.** Ảnh hưởng của thời vụ trồng đến sinh trưởng, phát triển và năng suất lúa trên đất nhiễm mặn tại huyện Duy Xuyên, tỉnh Quảng Nam. Tạp chí khoa học, đại học Huế.T94, S6 (2014).
61. **Ủy ban Nhân dân huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An. 2014.** Quy hoạch phát triển thủy sản tỉnh Long An đến 2020. Phân Viện Quy hoạch thủy sản phía Nam.
62. **Ủy ban Nhân dân huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An. 2016.** Báo cáo quy hoạch vùng nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao huyện cần giuộc, tỉnh Long An.
63. **Ủy ban Nhân dân tỉnh Long An. 2010.** Nghiên cứu Quy hoạch Tổng thể Phát triển Kinh tế-Xã hội Tỉnh Long An đến năm 2020 và tầm nhìn đến năm 2030.
64. **Viện Khoa học thủy lợi miền Nam. 2009.** Dự báo xâm nhập mặn đồng bằng sông Cửu Long.
65. **Viện Khoa học thủy lợi miền Nam. 2012.** Dự án: Điều tra, đánh giá hiện trạng và các xu hướng thay đổi tài nguyên nước và biến đổi khí hậu trên địa bàn tỉnh Long An
66. **Võ Tòng Xuân. 2013.** Đồng bằng Cửu Long đối phó với nước mặn nhập sâu. www.vi.rfi.fr/viet-nam
67. **Vũ Cao Thái, Phạm Quang Khánh, Nguyễn Văn Khiêm, 1997.** Điều tra, đánh giá tài nguyên đất đai theo phương pháp FAO/UNESCO và quy hoạch sử dụng đất trên địa bàn tỉnh Đồng Nai. Nhà xuất bản nông nghiệp.
68. **Vũ Thị Thược, Nguyễn Đình Vượng. 2009.** Ảnh hưởng của hoạt động nuôi tôm đến quá trình nhiễm mặn ở huyện Giá Rai - Bạc Liêu. Đại học Khoa học Tự nhiên Tp. HCM.

Tiếng Anh

69. **Abbas, A and S. Khan .2010.** Using Remote Sensing Techniques for Appraisal of Irrigated Soil Salinity. CSIRO Land and Water, International Centre of Water for Food Security, Charles Sturt University, Cooperative Research Centre for Irrigation Futures (CRC IF). Australia.
70. **Abrol, I.P., Chhabra, R. and Gupta, R.K. 1980.** A fresh look at the diagnostic criteria for sodic soils. In: Int. Symp. on Salt Affected Soils. Central Soil Salinity Research Institute, Karnal. February 18-21, 1980. pp. 142-147.
71. **Bingxin Yu, Tingju Zhu, Clemens Breisinger và Nguyễn Mạnh Hải .2012.** Tác động của biến đổi khí hậu đến tăng trưởng của Việt nam. NXB thống kê, Hà Nội.

72. **Cameron, D.A. and Klute, A. 1977.** Convection Dispersion Solute Transport with a Combined Equilibrium and Kinetic Adsorption Model. *Water Resources Research*, 13, 183-188. [https://doi.org/10.1029/WR013i001p00183\(48\)](https://doi.org/10.1029/WR013i001p00183(48)).
73. **CGIAR, CCAFS SEA. 2016.** Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security - Southeast Asia (CCAFS SEA). Assessment Report: The drought and salinity intrusion in the Mekong River Delta of Vietnam.
74. **D.A. Cameron, A. Klute. 1977.** Convective-Dispersive Solute Transport with a Combined Equilibrium and Kinetic Adsorption Model. *Water Resources Research* Vol.13, pp. 183-188, 1977.
75. **Eastman, J.R., P.A.K. Kyem, J. Toledano, and W. Jin. 1993.** Idrisi: GIS and Decision Making. USA: Worcester.115p.
76. **FAO, 1976.** A framework for land evaluation. Rome, Italy.
77. **FAO, 1985.** Guideline: *Land evaluation for irrigated agriculture*, Rome.
78. **FAO, 1993.** An international Framework for Evaluating Sustainable Land Management (*FESLM*). Rome, Italy.
79. **FAO, 1997.** Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development. Rome, Italy.
80. **FAO. 1992.** Land Evaluation and Farming Systems Analysis for Land Use Planning. Rome: FAO.
81. **FAO/Unesco/ISRIC, 1990.** Soil map of the world, revised legend. World Soil Resources Report 60. Rome, Italy.
82. **FAO. 2006.** Land Evaluation and Farming Systems Analysis for Land Use Planning. Rome: FAO.
83. **Geospatial World. 2011.** Studying saline soils through satellite images. <https://www.geospatialworld.net/article/studying-saline-soils-through-satellite-images/>
84. **H.M. Selim, J.M. Davidson, R.S. Mansell. 1976.** Evaluation of a Two-site Adsorption–Desorption Model for Describing Solute Transport in Soils. in *Proc. Summer Computer Simulation Conf.*, Washington D.C.
85. **Huy Duc Dang. 2020.** Sustainability of the rice-shrimp farming system in Mekong Delta, Vietnam: a climate adaptive model. *Journal of Economics and Development* Vol. 22 No. 1,

- 2020 pp. 21-45 Emerald Publishing Limited e-ISSN: 2632-5330 p-ISSN: 1859-0020 DOI 10.1108/JED-08-2019-002.
86. **Ian Johnson, Rebecca Coburn and Craig Barton. 2009.** Tree planting to control salinity. Prime Facts 983. Climate in Primary Industries, Forest Science Centre, West Pennant Hills. www.industry.nsw.gov.au.
 87. **IRRI .1980.** Standard evaluation system for rice. The International Rice Testing Program, IRRI, Philippine.
 88. **ISSS/FAO/Unesco, 1998.** World references base for soil resources. *World soil resources reports* . FAO, Rome.
 89. **J. Šimůnek and M.Th. Van Genuchten. 2008.** Modelling Nonequilibrium Flow and Transport Processes Using Hydrus. *Vadoze Zone J.* 7, p. 782–797
 90. **J. Šimůnek, M. Šejna, H. Saito, M. Sakai, and M.Th. Van Genuchten. 2009.** The HYDRUS-1D Software Package for Simulating the One-Dimensional Movement of Water, Heat, and Multiple Solutes in Variably-Saturated Media.
 91. **James Corbishley and David Pearce. 2007.** Growing trees on salt-affected land. Centre for International Economics, Canberra, Australia
 92. **Jeremy Carew-Reid. 2008.** Rapid Assessment of the Extent and Impact of Sea Level Rise in Viet Nam. ICEM – International Centre for Environmental Management. Kimdo Design, Hanoi, Viet Nam
 93. **Katsuhiko Kurosawa, Shin-Ichi Aikawa, Yusuke Oda, Toshinori Kojima, Satoko Kawarasaki, Masahiro Saito, Hideki Suganuma, Richard Harper And Hiroyuki Tanouchi, 2012.** An Analysis of Root Biomass in a Sapling Cultivation Experiment for Afforestation on Salt Affected Land. *Journal of Arid Land Studies.* 22-1, 131 -134 (2012)
 94. **M. Madyaka. 2008.** Spatial modelling and prediction of salinization using Saltmod in a Gis environment. International Institute for geo-information science and earth observation Echsdele, The Netherland.
 95. **M. Gorelick, R.A. Freeze, D. Donohue, and J.F. Keely,** Groundwater Contamination: Optimal Capture and Containment. FL.: Lewis Publicsher: Boca Raton, 1993.
 96. **M.J. Hendry and G.D. Buckland .1990.** Cause of soil salinitization : a basin in East central Alberta, canada. *Ground Water*, Vol.8, No. 8.pages: 544-550(47)

97. **Maas, E.V. & Hoffman, G.J. 1977.** Crop salt tolerance - current assessment. *J. Irrig. and Drainage Div., ASCE* 103 (IR2): 115-134.
98. **Marquardt, D.W. 1963.** An algorithm for least-squares estimation of nonlinear parameters. *J. Soc. Ind. Appl. Math.* 1963, 11, 431–441. (36.).
99. **McWilliam, J.R. (1986).** The national and international importance of drought and salinity effects on agricultural production. *Aust. J. Plant Physiol.* 13: 1-13.
100. **Md. Monirul Islam. 2014.** effects of salinity on land use changes in Bangladesh: using GIS and remote sensing techniques. University of Chittagong. Bangladesh
101. **Mohamed Saidul Islam, Mohammad Atiqur Rahman .2012.** using geospatial techniques to assess the salinity impact on agricultural landuse: a study on shyamnagar upazila, satkhira. *Journal of agriculture and environment for interantional development.*
102. **Mthuthuzely. Madyaka. 2008.** Spatial Modelling and prediction of soil salinitization using Saltmod in GIS environment. International Institute for geoinformation Science and earth observation Enschede, The Netherland.
103. **N. Ferjani, M. Morri, and I. Daghari. 2013.** Estimation of Root-zone Salinity Using SaltMod in the Irrigated Area of Kalaât El Andalous (Tunisia). *J. Agr. Sci. Tech.* (2013) Vol. 15: 1461-1477
104. **Nguyen Duy Nang. 2012.** Plant Availability of Water in Soils Being Reclaimed from the Saline-Sodic State. School of Agriculture, Food and Wine Faculty of Sciences the University of Adelaide Adelaide, South Australia, Australia.
105. **Northcote KH .1979.** A Factual Key for the Recognition of Australian Soils. Rellim Tech: Adelaide, South Australia.
106. **P. Forchheimer. 1930.** Groundwasser Benequxg in Hydraulik. Leipzing: B.G. Tubrier, {4.
107. **P. Grathwohl. 1998.** Diffusion in Natural Porous Media: Contaminant Transport, Sorption/Desorption and Dissolution Kinetics, in *Topics in Environmental Fluid Mechanics.* Kluwer Academic Publishers, , p. 207.
108. **R. Oosterbaan, D.P. Sharma, K.N.Singh and K.V.G.K Rao. 1990.** Crop production and soil salinity: evaluation of field data from India by segmented linear regression with breakpoint. *Proceedings of the Symposium on Land Drainage for Salinity Control in Arid and Semi-Arid Regions.* Cairo, Egypt, Vol. 3, Session V, p. 373 – 383.

109. **Richards, L. A. (Ed.) 1954.** Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agriculture Handbook 60, Washington D. C.
110. **Rudi Goossens, Mohamed EI Badawi, Tharwat Ghabour and Morgan de Dapper. 1993.** A simulation model to monitor the soil salinity in irrigated arable land in arid area based upon remote sensing and GIS. International training center for soil scientist. Belgium.
111. **Saaty, T.L. 1977.** A scaling method for priorities in hierarchical structure. J. Math. Psychology 15: 234-281.
112. **Schaap, M.G.; Leij, F.J.; Van Genuchten, M.T. 2001.** Rosetta: A Computer Program for Estimating Soil Hydraulic Parameters with Hierarchical Pedotransfer Functions. J. Hydrol. 2001, 251, 163–176. [CrossRef].
113. **Ting-ting Zhang, Sheng-Lan Zeng, Yu Gao. 2011.** Assessing impact of land uses on land salinization in the Yellow River Delta, China using an integrated and spatial statistical model. Land Use Policy 28(4):857-866
114. **Van Genuchten, M. Th. 1987.** A numerical model for water and solute movement in and below the root zone. Research Report No 121, U.S. Salinity laboratory, USDA, ARS, Riverside, California,
115. **Vanderborght, J.; Vereecken, H. 2007.** Review of dispersivities for transport modeling in soils. Vadose Zone J. 2007, 6, 29–52.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: ĐẶT ỐNG ĐO MẶN TRONG ĐẤT



Tiến hành đặt ống đo độ mặn



Đặt ống đo mặn

7. Đất nuôi trồng thủy sản								
8. Đất làm muối								
9. Đất nông nghiệp khác								

II. TÌNH HÌNH SỬ DỤNG ĐẤT NÔNG NGHIỆP

1. Hiện trạng, biến động và tình hình chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất

Hạng mục	Năm 2016	Đơn vị tính	Loại đất theo mục đích sử dụng								
			LUA	HNK	CLN	RSX	RPH	RDD	NTS	LMU	NKH
1. Năng suất		Tạ/ha									
		Tạ/ha									
2. Sản lượng		kg									
		kg									
3. Đơn giá		đồng/ kg									
		đồng/ kg									
4. Giá trị sản xuất		1.000 đồng									
		1.000 đồng									
5. Tình hình chuyển đổi cơ cấu sử dụng đất											

2. Các kỹ thuật canh tác sử dụng đất

- Thiết kế đồng ruộng:
- Làm đất:
- Bón phân:
- Sử dụng thuốc bảo vệ thực vật:
- Khai thác thủy sản, thu hoạch nông sản:

3. Mức đầu tư (Chi phí trung gian)

Hạng mục	Đơn vị tính	Loại đất theo mục đích sử dụng								
		Đất trồng cây hàng năm		Đất trồng cây lâu năm	Đất rừng sản xuất	Đất rừng phòng hộ	Đất rừng đặc dụng	Đất nuôi trồng thủy sản	Đất làm muối	Đất nông nghiệp khác
		Đất trồng lúa	Đất trồng cây hàng năm khác							
1. Chi phí thiết kế đồng ruộng và đầu tư cơ bản										
1.1. Đào đắp bờ ruộng (ao nuôi)										
1.2. Nạo vét bùn đáy ao										
2. Chi phí đầu tư hàng năm										
2.1. Giống										
- Số lượng	Kg (cây, con)									
- Đơn giá	đồng/kg (cây, con)									
2.2. Phân bón										
- Số lượng	Kg									
- Đơn giá	đồng/kg									
2.3. Thức ăn (đối với NTTS)										
- Số lượng	kg									
- Đơn giá	đồng/kg									
2.4. Thuốc bảo vệ thực vật										
- Số lượng	Gam (lít)									
- Đơn giá	đồng/ gam (lít)									
2.5. Làm đất										
- Số lượng	công									
- Đơn giá	đồng/ công									
2.6. Gieo trồng										
- Số lượng	công									
- Đơn giá	đồng/ công									
2.7. Chăm sóc										
- Số lượng	công									
- Đơn giá	đồng/ công									
2.8. Thu hoạch										
- Số lượng	công									
- Đơn giá	đồng/ công									
2.9. Bảo quản (nếu có)										
2.10. Chi phí khác										

III. HIỆU QUẢ KINH TẾ, XÃ HỘI, MÔI TRƯỜNG

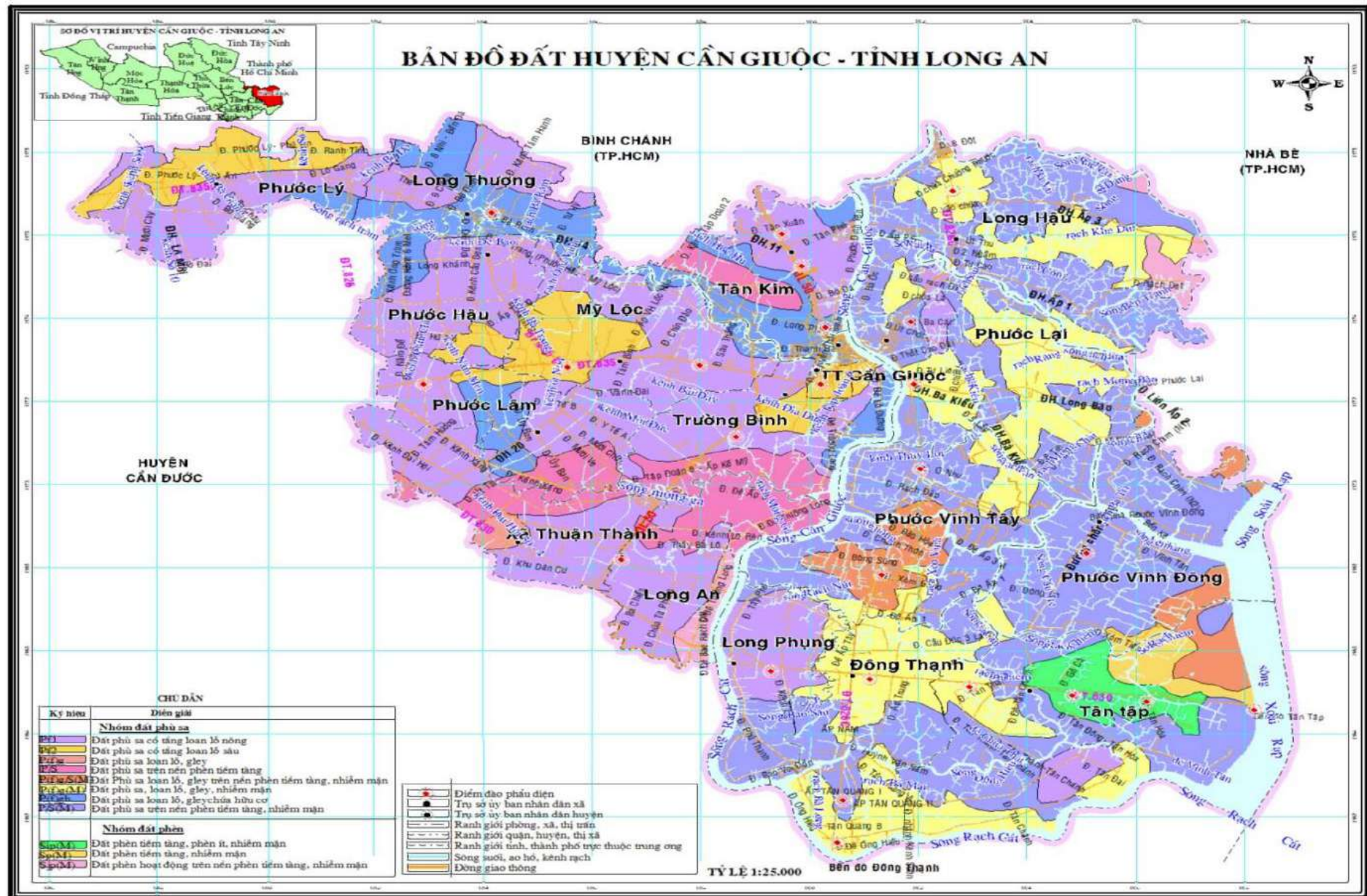
1. Hiệu quả kinh tế

Phụ lục 3. Phân loại đất mặn ở ĐBSCL

STT	Loại đất	Ký hiệu	Diện tích (ha)	Đặc điểm	Phân bố và sử dụng
1	Đất mặn nhiều	Mn	102.103	có EC(mS/cm) > 4, Cl^- > 0,25%, pH (K_2O) trung bình là 5,5 ở tầng mặt, 6,5 ở tầng dưới, N tổng số trung bình là 0,11 ở tầng trên và 0,05 ở tầng dưới, P_2O_5 tổng số trung bình là 0,04 ở tầng mặt và 0,06% ở tầng dưới, C/N = 12,5 - 13	Phân bố ở Long an, Tiền giang, Trà vinh, Sóc trăng, Bạc Liêu, Cà mau. Hiện sử dụng nuôi tôm
2	Đất mặn trung bình	M	148.934	có EC(mS/cm) > 2 - 4, Cl^- : 0,15 - 0,25%, pH ($\sim K_2O$) trung bình là 4,9 ở tầng mặt, 6,9 ở tầng dưới, N tổng số trung bình là 0,18 ở tầng trên và 0,05 ở tầng dưới, P_2O_5 tổng số trung bình là 0,04 ở tầng mặt và 0,05% ở tầng dưới, C/N = 11 và 9	Phân bố ở Long An, Tiền Giang, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Kiên Giang Hiện đang được sử dụng nuôi tôm, trồng lúa
3	Đất mặn ít	Mi	437.488	có EC(mS/cm) > 1 - 2, Cl^- : 0,05 - 0,15%, các chỉ số khác như đất mặn trung bình	Phân bố ở Long An, Tiền Giang, Trà Vinh, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Kiên Giang. Hiện đang ngọt hóa để trồng lúa hoặc nuôi tôm + lúa.
4	Đất mặn dưới rừng ngập mặn	Mm	56.022	ngưỡng đất rất mặn; EC có trị số 6,57 mS/cm, Cl^- có giá trị trung bình 1,33%, có độ phì đạt mức trung bình	phân bố ở Bến Tre, Trà Vinh, Cà Mau. Đất này luôn bị ngập triều quanh năm nên bị bão hòa muối, còn nếu không bị ngập triều mùa khô có độ mặn rất cao.
Tổng diện tích			744.547		

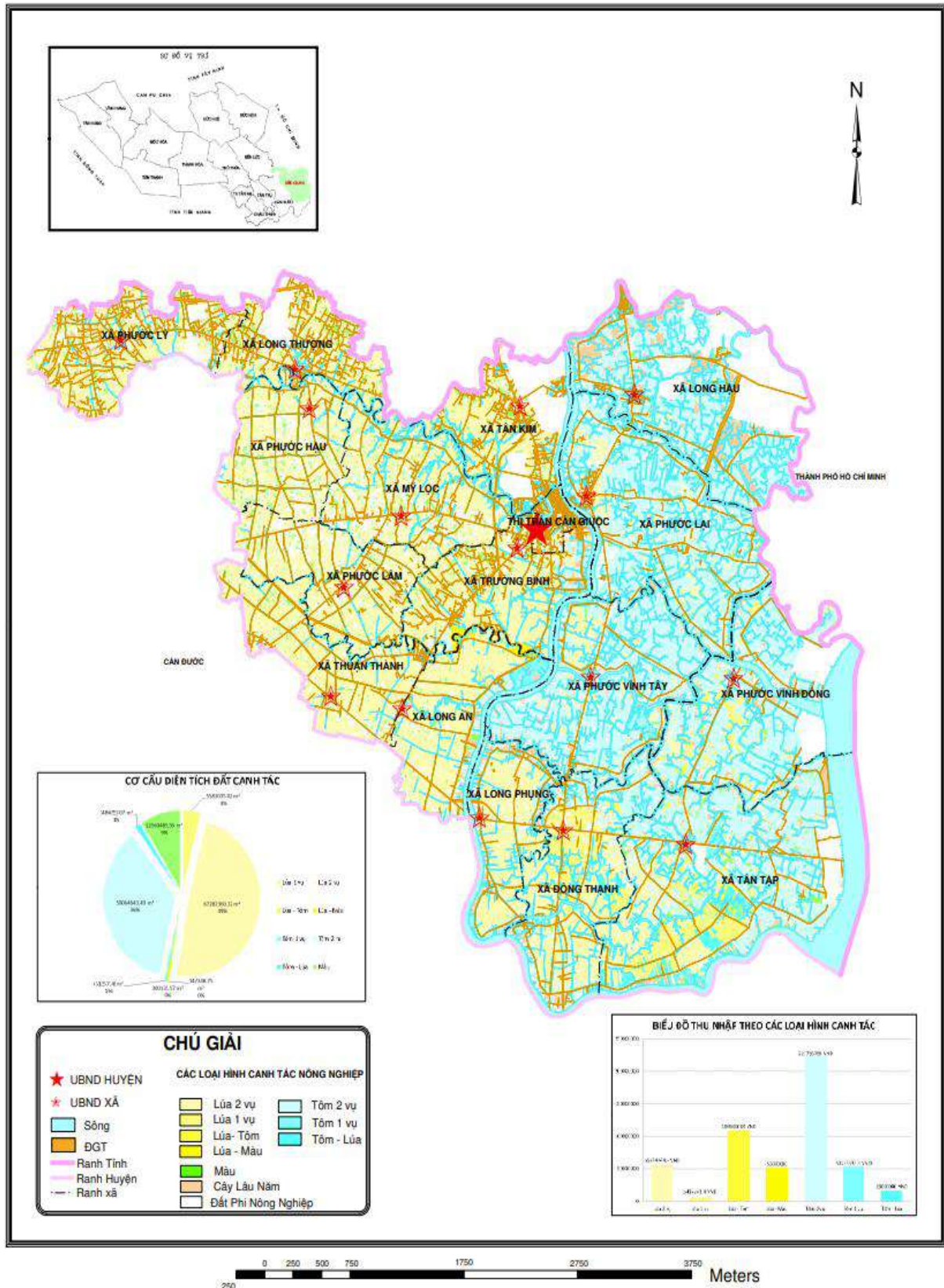
(Nguồn: Đỗ Văn Phú , 2020)[8]

Phụ lục 4: Bản đồ đất huyện Cần Giuộc



Phụ lục 5: Hiện trạng hệ thống canh tác nông nghiệp huyện Cần Giuộc năm 2017

**BẢN ĐỒ HIỆN TRẠNG HỆ THỐNG CANH TÁC NÔNG NGHIỆP
HUYỆN CẦN GIUỘC, LONG AN**



Phụ lục 6. Tổng hợp đo mặn trên các sông rạch từ 2016 – 2017

Thời gian đo	Độ mặn (g/l)									
	Trị Yên		Mồng Gà		Ông Hiếu		Rạch Núi		Long An	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
Jan-16	10.0	7.0	11.0	8.0	8.2	8.2	12.1	12.1	8.6	8.6
Feb-16	13.1	12.8	13.9	11.8	15.5	15.5	19.3	19.3	14.9	14.9
Mar-16	12.4	11.0	14.3	12.3	16.7	14.3	20.1	20.1	13.9	13.9
Apr-16	12.3	10.9	14.1	12.7	17.5	17.3	19.0	19.0	14.3	14.3
May-16	9.9	6.9	10.8	8.8	14.2	13.2	15.1	14.7	11.8	11.8
Jun-16	6.8	3.2	8.3	3.7	7.4	2.7	14.2	5.6	6.0	6.0
Jul-16	3.0	2.1	3.4	2.1	3.9	2.0	7.9	7.9	3.2	2.7
Aug-16	1.9	0.8	2.3	0.7	4.7	0.8	10.6	2.3	1.9	1.1
Sep-16	2.2	0.8	2.0	0.9	2.8	0.5	5.6	1.2	2.0	0.5
Oct-16	0.8	0.4	1.1	0.5	2.8	0.2	6.5	0.7	1.5	0.3
Nov-16	0.7	0.7	0.9	0.9	1.0	0.9	3.7	3.7	1.0	1.0
Dec-16	1.9	0.8	2.8	1.0	4.6	0.9	9.8	1.3	2.6	1.0
Jan-17	3.8	3.0	4.0	3.7	5.4	1.3	5.7	1.9	4.6	2.4
Feb-17	6.9	3.4	6.9	5.7	10.0	2.9	13.7	6.3	7.9	5.7
Mar-17	8.0	5.8	7.6	7.4	9.1	0.5	12.8	2.5	9.5	0.6
Apr-17	3.6	0.7	4.9	1.3	4.3	1.4	-	-	1.4	1.4
May-17	2.5	0.7	2.7	0.9	2.0	0.9	6.2	2.2	4.0	1.3
Jun-17	0.4	0.4	0.7	0.7	0.7	0.7	2.5	2.4	0.5	0.5
Jul-17	0.7	0.5	1.0	0.5	1.9	0.5	5.2	3.4	0.5	0.4
Aug-17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sep-17	-	-	-	-	3.2	3.2	-	-	-	-
Oct-17	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Nov-17					3.7	3.7				
Dec-17	0.5	0.5			1.5	1.5			0.9	0.9
Max/ Min	13.1	0.4	14.3	0.5	17.5	0.2	20.1	0.7	14.9	0.3

Phụ lục 7

ĐẶC TÍNH MỘT SỐ CÁC PHẪU DIỆN (Trên địa bàn huyện Cần Giuộc, tỉnh Long An)

1. Đất phù sa trên nền phèn tiềm tàng (P/S): Mẫu CG02

Hình thành: Đất được bồi tụ từ những sản phẩm phù sa của sông. Do những tác động kiến tạo, quy luật bồi đắp phù sa và môi trường ngập mặn, phù sa thường xuyên bồi đắp và lan tỏa khá đều trên toàn bộ bề mặt của đồng bằng xen kẽ khá phức tạp với những vùng đất phèn.

Đặc điểm hình thái phẫu diện đất

Là loại đất chuyển tiếp xuất hiện kế cận vùng đất phèn ở những vùng có địa hình cao thoát nước tốt, đất phát triển tốt, đất sất chặt. Phẫu diện tầng mặt là lớp phù sa non trẻ có màu nâu tươi hoặc nâu xám. Độ dày tầng phù sa dao động từ 0-80 cm. Tầng dưới sâu là lớp đất sét chứa vật liệu sinh phèn



Hình 1. *Cảnh quan nơi đào phẫu diện CG02*

Phân bố : Đất phù sa trên nền phèn tiềm tàng khoảng 7.248,24 ha phân bố chủ yếu vùng hạ của huyện Cần Giuộc: Phước Vĩnh Đông, Phước Vĩnh Tây, Đông Thạnh, Long Phụng, một phần xã Tân Tập, Phước Hậu, Trường Bình và Tân Kim

Sử dụng : Nhìn chung, đất phù sa trên nền phèn tiềm tàng có độ phì nhiêu khá cao, thành phần cơ giới nặng, điều kiện tưới tiêu tương đối thuận lợi do đó rất thích hợp cho việc trồng lúa cao sản, mía nguyên liệu, thâm canh tăng vụ và trồng xen các loại hoa màu, cây ăn trái khác. Tuy nhiên, trên địa bàn huyện Cần Giuộc, loại đất này bị nhiễm mặn nên hiện nay đất phù sa trên nền phèn tiềm tàng ở khu vực được sử dụng trồng lúa 1 vụ và nuôi tôm.

Bảng 1. Mô tả tầng đất mẫu CG02

Tầng đất (cm)	Ký hiệu tầng	Màu Munsell	Đặc điểm
00-25	A	10YR 5/2	Sét; ướt; màu nâu xám; cấu trúc cục có cạnh; dính dẻo khi ướt; ít chặt, xốp vừa; ít rễ nhỏ; glây trung bình; chuyển lớp từ từ về màu sắc
25-45	AB	7.5 YR N5	Sét; ướt; màu xám ,cấu trúc cục có cạnh; dính dẻo khi ướt; ít chặt, xốp vừa; glây ít; chuyển lớp nhanh về màu sắc.
45 - 60	B	7.5YR N7	Sét; ướt; màu xám sáng, có đốm đỏ vàng (chiếm 15% thể tích; cấu trúc cục nhỏ nhẵn cạnh không bền, bờ rời; ít chặt; xốp; glây ít đến trung bình; chuyển lớp từ từ về màu sắc
60-85	II C	7.5YR N5	Sét; ướt; màu xám hơi tối có rất nhiều đốm chiếm 35% thể tích; cấu trúc cục hơi nhẵn cạnh; dính dẻo khi ướt; glây trung bình đến mạnh
80-95	II Cp1	10YR 7/1	Sét; ướt; màu xám sáng (10YR 7/1, light gray), có rất nhiều đốm đỏ vàng (7.5YR 6/8, reddish yellow)-chiếm 70% thể tích; cấu trúc cục nhỏ nhẵn cạnh không bền, bờ rời; ít chặt; xốp; glây ít; chuyển lớp đột ngột về màu sắc và độ chặt.
95-120	II Cp2	7.5YR N7	Sét; ướt; màu xám hơi xanh (7.5YR N7/, light gray); có ít đốm (7.5YR 6/8, reddish yellow)-chiếm 5% thể tích; cấu trúc cục hơi nhẵn cạnh; dính dẻo khi ướt; glây trung bình đến mạnh.

Bảng 2. Tính chất phẫu diện CG02

Tầng đất (cm)	pH_{H_2O}	pH_{KCl}	Tổng số (%)			Đề tiêu mg/100g		Trao đổi me/100g			Thành phần cơ giới		
			N	P	K	N	P	Ca^{2+}	Mg^{2+}	CEC	Cát	Thịt	Sét
00-25	5,18	4,27	0,22	0,09	0,93	2,43	7,51	9,18	1,26	18,26	32	19	49
25-45	7,16	6,54	0,06	0,09	0,91	1,44	2,88	10,31	1,63	17,70	26	15	53
45-60	7,20	6,60	0,06	0,07	0,95	1,46	2,87	10,35	1,65	17,71	26,01	15,50	56
60-80	7,24	6,81	0,06	0,05	0,94	1,40	2,88	10,36	1,63	17,70	25,08	15,30	56
80-95	7,05	6,50	0,06	0,06	0,91	1,41	2,83	10,11	1,61	17,05	24	16	57
95-120	7,10	6,27	0,04	0,02	0,91	1,44	0,80	9,18	0,75	15	22	21	57

2. Đất phù sa đầm rì: Mẫu CG18**Hình thành**

Do sự quá trình ngập nước vào mùa mưa và hạ thủy mùa khô, tạo thành các ống hút nước lên bề mặt trong mùa khô, quá trình hút nước ngầm đồng thời hút theo các nguyên tố Fe^{2+} , Al^{3+} và các chất cặn bã từ đó hình thành kết von các ổ sắt nhôm trong một thời gian dài và biểu hiện thành các đầm rì.

**Hình 2.** Cảnh quan nơi đào phẫu diện CG18

Đặc điểm hình thái phẫu diện đất

Tầng mặt có phản ứng chua mạnh, các tầng bên dưới ít chua hơn. Hàm lượng chất hữu cơ trong đất từ trung bình đến giàu, đất có hàm lượng đạm từ trung bình đến khá, kali trung bình, song phần lớn lân trong đất ở mức độ nghèo đến rất nghèo cả về hàm lượng tổng số lẫn dễ tiêu. Có TPCG thịt nặng, dưới tầng mặt có tầng setquioxýt loang lổ, đốm gỉ, có nơi kết von nâu xen kẽ, tầng dưới sâu là tầng sét glây.

Sử dụng : Đối với đất phù sa có tầng đốm rỉ khi sử dụng đất cần lưu ý đến vấn đề cung cấp nước tưới về mùa khô để hạn chế quá trình hình thành loang lổ và kết von trong đất. Cần cung cấp đủ và cân đối các chất dinh dưỡng N, P, K cho cây trồng.

Hiện nay, đất phù sa có tầng đốm rỉ trên địa bàn được sử dụng để trồng rau màu, trồng lúa 2 vụ ở các xã vùng thượng và trồng lúa 1 vụ ở các xã vùng hạ: Long Hậu, Phước Lại, Phước Vĩnh Đông, Phước Vĩnh Tây, Tân Tập và một phần xã Đông Thạnh

Bảng 3. Mô tả phẫu diện CG18

Tầng đất (cm)	Ký hiệu tầng	Màu Munsell	Đặc điểm
00-10	Ap1	2,5YR 4/1,5	Nâu đậm (nâu hơi đỏ) màu hơn do chứa nhiều hữu cơ, thân rễ cây nhỏ, bán thuần thực, cấu trúc yếu.
10-25	Ap2	5Y 2/2	Tầng Ap2 (10 – 12 cm) Đen hơi nâu, nén dễ hơn, cấu trúc viên cục yếu, sáng màu
25-60	B1	10YR 5/5	Đen hơi nâu ,hàm lượng sét gia tăng và ít vệt rỉ nâu, vàng loang lổ
60-90	B2	10YR 5/5	Vàng cam xin, hàm lượng sét gia tăng và ít vệt rỉ nâu, vàng loang lổ.
90-120	C1	2,5Y 5/1,5	Xám xanh, đôi khi lẫn ít vệt cát mịn và hữu cơ bán phân hủy. Gley trung bình đến mạnh ở một phần hay toàn phẫu diện, chứa ổ rỉ sét
>120	C2	2,5Y 5/1,5	Xám xanh, có lẫn ít vệt cát mịn và hữu cơ bán phân hủy. Gley trung bình đến mạnh ở một phần hay toàn phẫu diện chứa ổ rỉ sét

Bảng 4. Tính chất của phẫu diện CG18

Tầng đất (cm)	pH _{H2O}	pH _{KCl}	Tổng số (%)			Hợp chất hữu cơ (%)	Cation trong đất (meq/100g)		CEC (meq/100g)	Thành phần cơ giới (%)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O		Ca ²⁺	Mg ²⁺		Sét	Thịt	Cát
0-10	5,79	4,78	0,50	0,08	1,12	9,78	19,28	16,00	17,00	51,20	19,28	29,52
10 -25	5,78	4,76	0,40	0,08	1,11	9,78	18,28	15,00	17,00	51,25	19,38	29,62
25-60	5,74	4,58	0,31	0,05	1,34	5,12	12,00	12,50	17,00	48,48	22,00	29,52
60-90	5,70	4,47	0,08	0,04	1,21	2,03	12,00	10,80	18,50	50,48	22,00	27,52
90-120	5,29	4,35	0,15	0,05	1,30	6,64	11,50	10,50	19,50	52,48	24,00	23,52
>120	5,1	4,30	0,15	0,05	1,20	5,64	11,50	9,50	18,50	52,9	25,00	22,52

3. Đất phèn tiềm tàng (Sp): Mẫu CG10

Hình thành : Đất được hình thành do sự có mặt của tầng sinh phèn (Sulfidic Horizon), đây cũng chính là tầng vật liệu chứa phèn (Sulfidic Materials), gồm tầng sét và tầng hữu cơ ngập nước, thường ở trạng thái yếm khí có chứa SO₃ trên 1,7% (tương đương với 0,75% S).

Đặc điểm hình thái phẫu diện đất

Tầng mặt thường giàu mùn hơn, có màu xám nâu, xám đen, bán thuần thực, thành phần cơ giới thịt nặng đến sét. Tầng dưới có màu xám xanh ở trạng thái bão hòa nước, gley mạnh. Trong phẫu diện chỉ hiện diện tầng C chứa vật liệu sinh phèn (Pyrite: FeS₂) và có hàm lượng cao các chất hữu cơ, xác bã thực vật bán phân hủy. Hình thái phẫu diện đất thường có dạng ACp; ACph hoặc A (B)Cp. Đất phèn tiềm tàng nhiễm mặn hiện đang được khai thác trồng lúa, nuôi tôm

Phân bố : Đất phèn tiềm tàng có diện tích 561,17 ha phân bố chủ yếu ở xã Tân Tập.

Sử dụng : Đất phèn tiềm tàng huyện Cần Giuộc có độ phì khá, tầng mặt đất thường giàu hữu cơ. Tuy nhiên do đất này phân bố ở địa hình thấp trũng và sâu trong nội đồng do đó bị ngập nước, dễ bị ảnh hưởng bởi nước chua phèn trong kênh rạch từ các nơi khác dồn xuống. Thêm vào đó, đất phèn tiềm tàng huyện Cần Giuộc bị nhiễm mặn do nằm gần

của biển nên không thuận lợi cho phát triển nông nghiệp. Hiện nay, đất phèn tiềm tàng huyện Cần Giuộc đang được sử dụng để nuôi tôm hoặc bỏ hoang.



Hình 3. Cảnh quan nơi đào phẩu diện CG10

Đặc điểm chung đất phèn có thành phần cơ giới nặng (sét: %>50%), đất rất chua (pH_{KCl} : 3- 4,5). Hàm lượng hữu cơ trong đất khá ($\text{OC}\%$: 2- 4%); hàm lượng lân nghèo đến rất nghèo cả tổng số và dễ tiêu ($\text{P}_2\text{O}_5\%$ < 0,06%; P_2O_5 dễ tiêu < 6 mg/100g đất, có nơi chỉ thấy vết) ; hàm lượng kali từ khá đến giàu ($\text{K}_2\text{O}\%$: 1,5- 2,0%). Hàm lượng S% tương đương hoặc lớn hơn 0,75%. Hàm lượng nhôm di động Al^{3+} trong tầng sinh phèn cao (có chỗ lên đến >50 mg/100g đất).

Bảng 5. Mô tả phẫu diện CG10

Tầng đất (cm)	Ký hiệu tầng	Màu Munsell	Đặc điểm
0-30	Ap	10YR 3/1-2	Sét; ướt; màu nâu xám đen; không rõ cấu trúc; ít chặt; xốp; nhiều rễ nhỏ còn tươi; glây mạnh; chuyển lớp từ từ về màu sắc và độ chặt theo dạng xâm tán.
30-45	AB	10YR 3/1	Sét; ướt; màu xám đen (10YR 3/1, very dark gray); cấu trúc tầng mềm, mức độ yếu; hơi chặt hơn tầng trên; xốp vừa; ít rễ nhỏ; glây mạnh; chuyển lớp rõ về màu sắc và độ chặt, dạng lượn sóng.
45-65	Bw1	10YR 3/1	Sét; ướt; màu xám đen và nâu xám; cấu trúc tầng mềm, mức độ kém; ít chặt; xốp vừa; rất ít rễ nhỏ; glây mạnh; chuyển lớp từ từ về màu sắc và mức độ lẫn hữu cơ theo dạng lượn sóng nhẹ.
65-85	Bw2	10YR 2/2	Đen hơi nâu (ẩm: 10YR 2/2; khô: 10YR 6/2); sét; ướt; rời; dễ thấm và thoát nước, có xác bã thực vật mục; chuyển lớp rõ.
85-110	Cg	5Y 5/1	Nâu vàng xin (ẩm: 5Y 5/1; khô: 5Y 6/1); sét; ướt; dính; dẻo; dễ bị vỡ tạo thành các tầng lớn; còn ít vệt đen mờ; chuyển lớp từ từ.
Cp: >110	Cp	10YR 5/1	Nâu vàng (ẩm: 10YR 4/3); xen lẫn với các ỏ sét màu xám sáng; ướt; dẻo; dính; dễ bị vỡ thành tầng lớn.

4. Đất phèn hoạt động trên nền phèn tiềm tàng: Mẫu CG15***Hình thành***

Đất phèn hoạt động trên nền phèn tiềm tàng được hình thành do có tầng phèn (Sulfuric Horizon), là một dạng tầng B xuất hiện quá trình hình thành và phát triển từ đất phèn tiềm tàng, tập trung khoáng Jarosite dưới dạng đốm vệt vàng rom có màu 2,5Y đây cũng chính là tầng chỉ thị của đất phèn hoạt động; pH của đất thường dưới 3,5. Đất này thường được sử dụng trồng các cây chịu phèn như: dừa, mía, đậu đen. Hiện nay, Người dân huyện Cần Giuộc thường nuôi thủy sản nước mặn – lợ (tôm sú, cá nước lợ,...)

Đặc điểm hình thái phẫu diện đất

Đất hoạt động được hình thành do có tầng phèn (Sulfuric Horizon), là một dạng tầng B xuất hiện trong quá trình hình thành và phát triển từ đất phèn tiềm tàng, tập trung khoáng Jarosite dưới dạng đốm vệt vàng rơm có màu 2,5Y đây cũng chính là tầng chỉ thị của đất phèn hoạt động.

Phân bố : Đất phèn hoạt động trên nền phèn tiềm tàng có diện tích 249,94ha, phân bố ở một phần xã Thuận Thành và Long Hậu.

Sử dụng : Diện tích đất phèn đã được khai thác vào sản xuất cây trồng chủ yếu là trồng 2 vụ lúa (đông xuân và hè thu) năng suất cây trồng ở đây phụ thuộc rất nhiều vào lượng mưa hàng năm.



Hình 4. Cảnh quan nơi đào phễu diện CG15

Bảng 6. Mô tả phẫu diện và tính chất lý hóa của phẫu diện CG15

Tầng đất (cm)	Ký hiệu tầng	Màu Munsell	Đặc điểm
0-15	Ah	10YR2/1	Đen hơi nâu (ẩm: 10YR2/1; khô: 10YR 5/1); sét; ướt nhão; có các cục lớn; phía trên nhiều rơm rạ nát và rễ lúa; chuyển lớp từ từ.
15-45	AB	7,5YR5/2,5	Nâu xám (ẩm: 7,5YR 5/2,5; khô: 10YR 6/2); nhiều ổ màu nâu vàng rỉ sắt ở phía trên; phía dưới có các ổ vàng sáng hơn (ẩm: 2,5Y 7/6,5; khô: 5Y 8/5); chuyển lớp từ từ.
45-80	Bwj	7,5YR 5/3	Nâu xin (ẩm: 7,5YR 5/3; khô: 7,5YR 5/2); sét; ướt; dẻo; dính; nhiều vệt xác bã thực vật lớn; chuyển lớp từ từ.
80-125	Cph	7,5YR 4/2	Nâu xám (ẩm: 7,5YR 4/2; khô: 7,5YR 4/1); thịt pha sét; ướt; dẻo; dính; nhiều xác thực vật đã nhuyễn; dưới đáy tầng có các hạt kết von rắn.

Bảng 7. Tính chất phẫu diện CG15

Tầng đất (cm)	pH_{H2O}	pH_{KCL}	Tổng số (%)			Hợp chất hữu cơ (%)	Cation (meq/100g)		CEC (meq/100g)	Thành phần cơ giới (%)		
			N	P	K		Ca ²⁺	Mg ²⁺		Sét	Thịt	Cát
0-15	4,08	3,48	0,36	0,11	0,87	10,52	1,96	3,82	16,26	40,08	19,28	40,64
15-45	4,03	3,13	0,16	0,04	0,87	6,182	0,78	1,08	14,36	38,08	13,28	48,64
45 - 80	3,52	3,02	0,11	0,03	0,85	3,566	0,59	0,59	13,03	34,08	15,28	50,64
80- 125	3,25	3,0	0,14	0,03	0,78	13,31	1,08	1,08	20,17	36,08	21,28	42,64

Phụ lục 8: Mô tả tính chất đất đai theo đơn vị đất đai

MÔ TẢ ĐẶC ĐIỂM CÁC ĐƠN VỊ ĐẤT ĐAI (LMU)										
số LUM	Mã số G-E-F- Ft-S-A-I	Loại đất (G)	Địa hình (E)	Độ sâu ngập (cm) (F)	Thời gian ngập (tháng) (Ft)	Thời gian nhiễm mặn (tháng) (S)	Thời gian nhiễm chua (tháng) (A)	Điều kiện tưới (I)	Diện tích (ha)	tỷ lệ %
1	1421213		vàn thấp	30-50	<3	< 3	0	không tưới	1.376,48	6,40
2	1411113		vàn thấp	<30	<3	0	0	không tưới	284,45	1,32
3	1311112	Đất phù sa loang lổ , nông	vàn	<30	<3	0	0	tưới bổ sung	2.822,69	13,12
4	1311122		vàn	< 30	<3	0	<3	tưới bổ sung	673,70	3,13
5	1311132		vàn	<30	<3	0	>3	tưới bổ sung	2.109,54	9,81
6	1321113		vàn	30-50	<3	0	0	không tưới	3.536,91	16,44
7	2321113	Đất phèn tiềm tàng nhiễm mặn	vàn	30-50	<3	0	0	không tưới	132,60	0,62

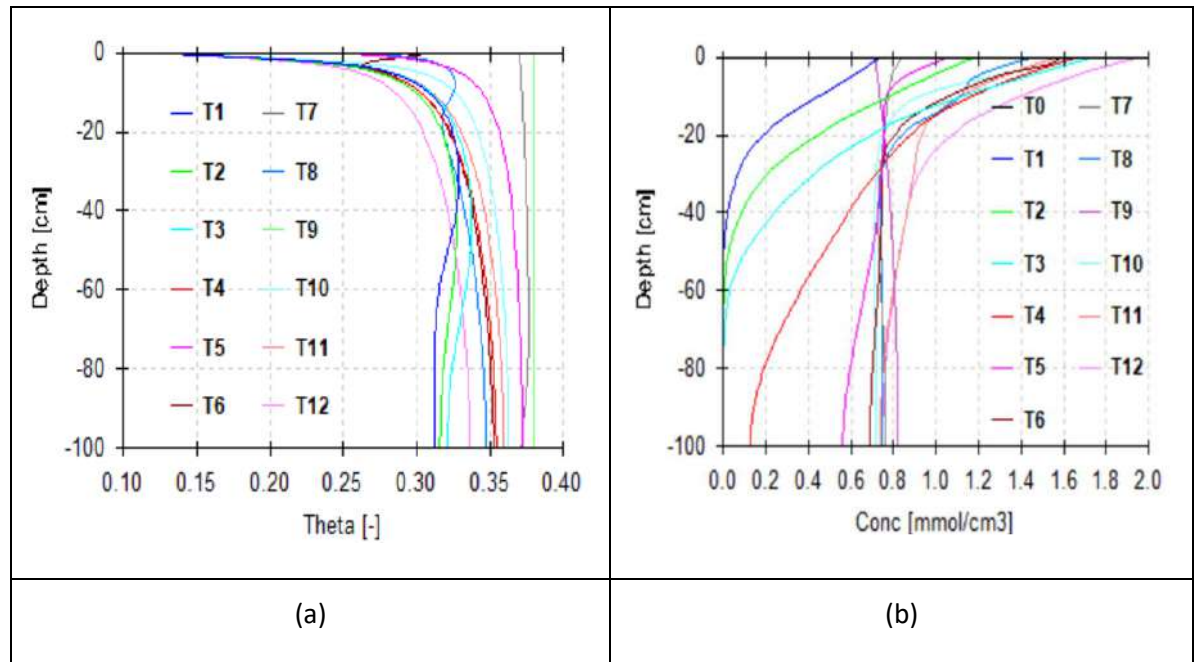
8	2321223		vàn	30-50	<3	<3	<3	không tưới	205,77	0,96
9	2321323		vàn	30-50	<3	>3	<3	không tưới	300,26	1,40
10	3411212		vàn thấp	<30	<3	<3	0	Chủ động	183,95	0,86
11	3411313		vàn thấp	<30	<3	>3	0	Chủ động	259,82	1,21
12	3411222	Đất phù sa trên nền phèn tiềm tàng nhiễm mặn	vàn thấp	<30	<3	<3	<3	tưới bổ sung	290,40	1,35
13	3421323		vàn thấp	30-50	<3	>3	0	tưới bổ sung	3.269,80	15,20
14	3421222		vàn thấp	<30	<3	<3	<3	tưới bổ sung	648,20	3,01
15	3433223		vàn thấp	30-50	>4	<3	<3	không tưới	3.388,36	15,75
16	4411313	Đất phèn HĐ trên nền phèn tiềm tàng nhiễm mặn	vàn thấp	<30	<3	>3	0	không tưới	105,30	0,49
<i>Sông, suối, ao, hồ</i>									1.921,80	8,93
TỔNG DIỆN TÍCH									21.510,04	100

Phụ lục 9. Các chỉ tiêu xây dựng bản đồ đơn vị đất đai

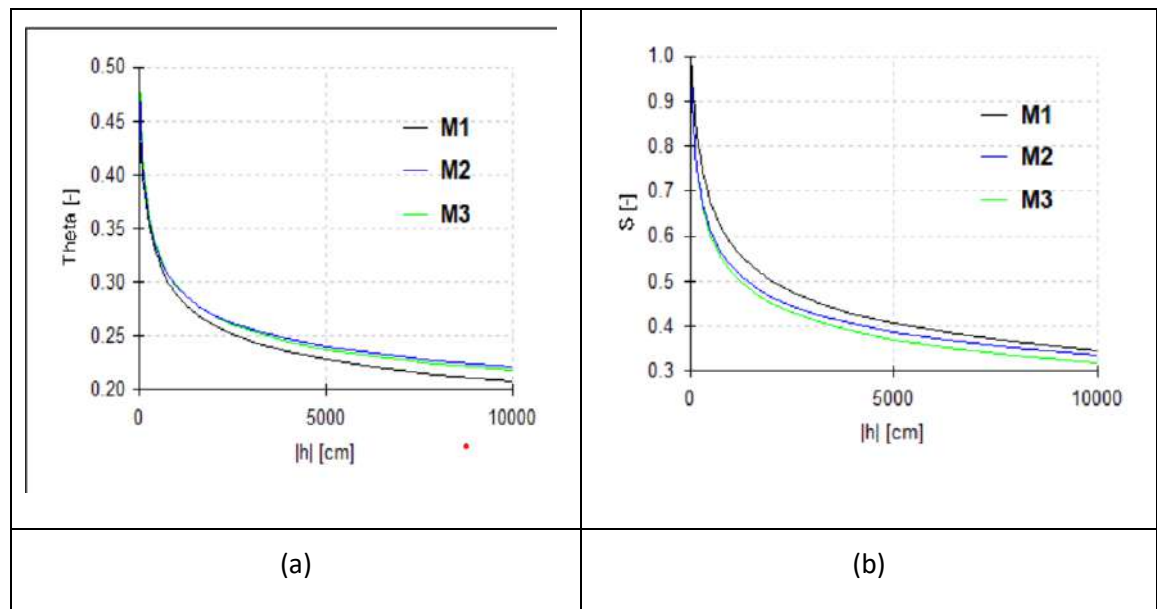
Chỉ tiêu	Tiêu chuẩn	Mã số	Ký hiệu
I. Đặc trưng về đất			
1. Loại đất			G
- Đất phù sa đầm rì	Pf	1	G1
- Đất phèn tiềm tàng nhiễm mặn	Sp (M)	2	G2
- Đất phù sa trên nền phèn tiềm tàng nhiễm mặn	P/S(M)	3	G3
- Đất phèn hoạt động trên nền phèn tiềm tàng nhiễm mặn	Sjp (M)	4	G4
II. Đặc trưng về địa hình			
2. Địa hình tương đối			E
- Bậc thềm cao-đồi, ít dốc	Cao	1	E1
- Bậc thềm cao-đồi, dốc nhẹ	Vàn cao	2	E2
- Bậc thềm bằng	Vàn	3	E3
- Bậc thềm bằng thấp	Vàn – thấp	4	E4
- Đồng bằng thấp-trũng	Trũng	5	E5
III. Đặc trưng về nước			
3. Độ sâu ngập			F
- Ngập rất nông	< 30 cm	1	F1
- Ngập nông	30- 50 cm	2	F2

Chỉ tiêu	Tiêu chuẩn	Mã số	Ký hiệu
- Ngập sâu	50 - 100 cm	3	F3
- Ngập rất sâu	> 100 cm	4	F4
4. Thời gian ngập (Tháng)			Ft
- Ngập ngắn	< 3 tháng	1	Ft1
- Ngập trung bình	3 - 4 tháng	2	Ft2
- Ngập dài	> 4 tháng	3	Ft3
5. Thời gian nhiễm mặn (tháng)			S
- Không bị nhiễm mặn	0	1	S1
- Bị nhiễm mặn	< 3 tháng	2	S2
- Bị nhiễm mặn	> 3 tháng	3	S3
6. Thời gian nhiễm chua pH<4 (tháng)			A
- Không nhiễm chua	0	1	A1
- Bị nhiễm chua	< 3 tháng	2	A2
- Bị nhiễm chua	> 3 tháng	3	A3
7. Khả năng tưới			I
- Có điều kiện tưới chủ động	Tưới cả mùa khô	1	I1
- Có điều kiện tưới một phần	Tưới bổ sung	2	I2
- Không có khả năng tưới	Không có KN tưới	3	I3

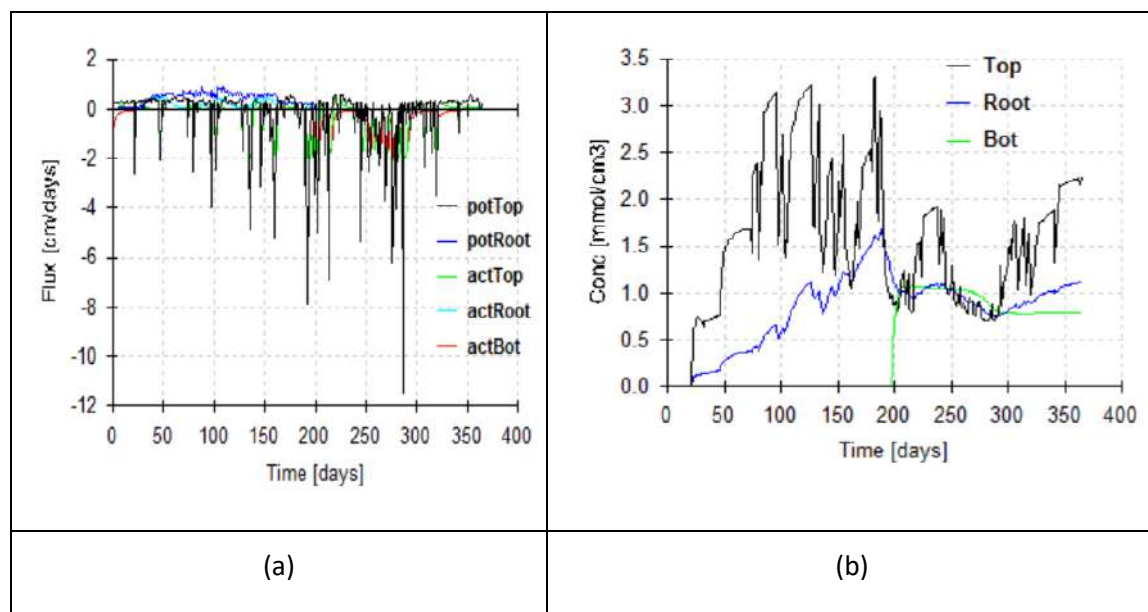
**Phụ lục 10: MỘT SỐ KẾT QUẢ CHẠY MÔ PHỎNG MẶN TRÊN RUỘNG LÚA 2 VỤ
BẰNG PHẦN MỀM HYDRUS 1D**



Hình 1. (a) Lan truyền độ ẩm và (b) nồng độ mặn theo độ sâu theo tháng lúa 2 vụ



Hình 2. (a) Đường đặc trưng thủy lực $\theta(h)$ và (b) Đường $S(h)$ theo phương trình Van Genuchten của 3 lớp đất 0-30cm, 30-60cm và 60-100cm tại ruộng lúa 2 vụ



Hình 3. a) Diễn biến dòng chảy tiềm năng và thực tế theo thời gian tại 3 tầng (tầng mặt, tầng rễ và tầng đáy)

b) Diễn biến nồng độ mặn theo thời gian tại 3 tầng (tầng mặt, tầng rễ và tầng đáy)